MENTE Y MATERIA

Erwin Schrödinger



METATEMAS
LIBROS PARA PENSAR LA CIENCIA

MENTE Y MATERIA

Erwin Schrödinger



METATEMAS




LIBROS PARA PENSAR LA CIENCIA

Al preguntarse si la mente y la materia (el sujeto y el objeto, el yo y el mundo exterior, etcétera) son dos cosas muy distintas o, por el contrario, la misma y única cosa, así como qué lugar ocupa la conciencia en la evolución de la vida y qué papel desempeña en las cuestiones morales el estado de desarrollo de la mente humana, Erwin Schrödinger, Premio Nobel de Física, invade sin reparos terrenos tradicionalmente ocupados por filósofos, teólogos, psicoanalistas y hasta, en determinados aspectos, políticos.

Cuando Schrödinger plantea, por ejemplo, la cuestión de si todavía puede esperarse algún desarrollo biológico en el hombre de hoy o la de cómo puede darse su evolución intelectual paralela, las respuestas, rotundas, inquietarán a algunos y escandalizarán a otros. Además de la luz que aporta a la cada vez más candente discusión sobre el porvenir del hombre, el mayor mérito de este libro es el de obligar a pensar. Es difícil que quien lo lea permanezca indiferente e, indefectiblemente, algo se pondrá en movimiento en sus criterios preconcebidos.

Como muy bien dijo de este librito el crítico del Scientific American, J. R. Newman: «Lo lees en unas horas; lo recuerdas durante toda la vida…».



Erwin Schrödinger

Mente y Materia

Conferencias Tarner leídas en el Trinity College, Cambridge, en octubre de 1956

Metatemas - 2

ePub r1.2
Basabel 7.2.2016

Título original: *Mind and Mater*
Erwin Schrödinger, 1958
Traducción: Jorge Wagensberg

Editor digital: Basabel
ePub base r1.2



A mi célebre y querido amigo
Hans Hoff
con profunda devoción

Las bases físicas de la conciencia

El problema

El mundo es una construcción de nuestras sensaciones, percepciones y recuerdos. Conviene considerar que existe objetivamente por sí mismo. Pero no se manifiesta, ciertamente, por su mera existencia. Su manifestación está condicionada por acontecimientos especiales que se desarrollan en lugares especiales de este mundo nuestro, es decir por ciertos hechos que tienen lugar en un cerebro. Se trata de un tipo muy peculiar de implicación, que sugiere la siguiente pregunta: ¿qué propiedades específicas distinguen estos procesos cerebrales y los capacita para producir esta manifestación? ¿Podemos averiguar qué procesos materiales tienen esa capacidad y cuáles no? O más simplemente: ¿qué clase de procesos materiales están directamente relacionados con la conciencia?

Un racionalista se inclinaría por liquidar rápidamente la cuestión, más o menos en la forma siguiente. La conciencia está asociada, por nuestra propia experiencia y por analogía con los animales superiores, a cierto tipo de procesos en la materia organizada y viva, o sea a ciertas funciones nerviosas. Las formas más primitivas de la conciencia, o el problema de cuánto podemos retroceder o «descender» en el reino animal para encontrar todavía algún tipo de conciencia, no son sino especulaciones gratuitas, preguntas sin respuesta que deben dejarse para los soñadores ociosos. Más

gratuito aún es entregarse a reflexiones sobre la posibilidad de que incluso otros fenómenos, orgánicos o materiales en general, puedan asimismo relacionarse de alguna manera con la conciencia. Todo ello es pura fantasía, irrefutable por indemostrable, y por lo tanto sin valor alguno para el conocimiento.

Pero no puede mantenerse esta visión del mundo sin resignarse a admitir al mismo tiempo una fantástica laguna. La aparición de las células nerviosas y de los cerebros en muchos organismos es un acontecimiento muy especial, cuyo sentido y significado se comprenden bastante bien. Se trata de un mecanismo particular con el que el individuo responde a situaciones cambiantes con un comportamiento adecuadamente cambiante, un mecanismo para adaptarse a un entorno. Es el más elaborado o ingenioso de todos los mecanismos y alcanza rápidamente un papel preponderante allí donde aparece. No es, sin embargo, *sui generis*. Grandes grupos de organismos, como las plantas, consiguen funciones similares en forma muy distinta.

¿Estamos acaso dispuestos a creer que esta circunstancia de los animales superiores, circunstancia que muy bien podría no haberse dado, fue condición necesaria para que el mundo se iluminase a sí mismo a la luz de la conciencia? Si las cosas hubiesen ido de otro modo, ¿no se hubiera quedado todo en una representación en un teatro vacío, en algo para todos inexistente o, mejor dicho, en algo simplemente inexistente? Esto sería para mí el hundimiento de una imagen del mundo. La urgencia por encontrar una salida a este *impasse* no debe amortiguarse por el temor a la astuta burla de los racionalistas.

Según Spinoza, cada ente particular es una modificación de la sustancia infinita, esto es, de Dios. Se manifiesta a sí mismo mediante cada uno de sus atributos, en particular mediante su extensión y su pensamiento. El primero es su existencia corpórea en el espacio y en el tiempo, el segundo es —en el caso de un animal o de un hombre vivo— su mente. Pero, para Spinoza, cualquier cuerpo inanimado es al mismo tiempo «un pensamiento de Dios», es decir, también existe mediante el segundo atributo. Encontramos aquí la audaz idea de la animación universal, una idea que no es nueva, ni siquiera para la Filosofía occidental. Dos mil años antes, los

filósofos jónicos tomaron de ella el sobrenombre de *hilozoístas*. Después de Spinoza, el genio de Gustav Theodor Fechner no se negó a atribuir un alma a una planta, a la tierra como cuerpo celestial, al sistema planetario, etc. No comulgo con estas fantasías, pero tampoco desearía tener que juzgar quién se ha acercado a una verdad más profunda, Fechner o el desastre racionalista.

Una respuesta posible

Vemos que todo intento por extender el dominio de la conciencia, según el criterio de que algo así puede razonablemente relacionarse con algo distinto a un proceso nervioso, necesariamente se precipita hacia especulaciones indemostradas e indemostrables. Pero pisamos suelo más firme si empezamos en dirección opuesta. No todo proceso nervioso, ni en absoluto todo proceso cerebral, van acompañados de conciencia. A muchos procesos no les pasa, aunque lógica y biológicamente se parezcan a procesos conscientes. En realidad, no son sino un conjunto de impulsos aferentes, seguidos de otros eferentes cuya significación biológica está en regular y sincronizar acciones, parte en el interior del sistema y parte a través de un entorno cambiante. Tenemos, en primer lugar, los actos reflejos en los ganglios vertebrales y en las regiones del sistema nervioso que éstos controlan. Pero también existen (y aquí nos detendremos a hacer nuestro análisis) muchos procesos reflexivos que sí pasan por el cerebro, pero que de ningún modo caen en la conciencia o que apenas lo hacen. Así pues, la distinción no es nítida en el último caso; existen grados intermedios entre los puramente conscientes y los totalmente inconscientes. Las características distintivas que buscamos no deben ser demasiado difíciles de encontrar si observamos y estudiamos algunos procesos representativos,

fisiológicamente muy similares, que tienen lugar en el interior de nuestro propio cuerpo.

En mi opinión, la clave debe encontrarse en los bien conocidos hechos siguientes. Cualquier serie de acontecimientos, en la que intervenimos con sensaciones, percepciones y quizá con acciones, se escapa gradualmente del dominio de la conciencia si se repite de igual modo y con mucha frecuencia. Pero salta inmediatamente a la región consciente si el acontecimiento o las condiciones ambientales experimentan alguna variación con respecto a todas las incidencias previas. En principio, sólo estas modificaciones o diferencias entran en la esfera consciente que distingue la nueva incidencia de las anteriores, y suele requerir por ello «nuevas consideraciones». Todos podemos ofrecer docenas de ejemplos extraídos de la experiencia personal, por lo que, de momento, renunciaré a citar alguno.

Esta fuga gradual de la conciencia es de capital importancia para la estructura global de nuestra vida mental, fundamentada en el proceso de adquirir experiencia por repetición, un proceso que Richard Semon generalizara mediante el concepto de *Mneme* y sobre el que luego hablaremos. Una experiencia única que no se repite es biológicamente irrelevante. El valor biológico reside únicamente en aprender una reacción adecuada a una situación que se presenta una y otra vez, en muchos casos periódicamente, y que requiere siempre la misma respuesta, si el organismo pretende mantenerse vivo. De nuestra propia experiencia interior sabemos, pues, lo siguiente: un nuevo elemento surge en nuestra mente tras las primeras repeticiones. «Lo ya visto» o lo «notal», según Richard Arenasius. Con las frecuentes repeticiones la cadena de acontecimientos se hace cada vez más rutinaria y menos interesante; las respuestas se hacen cada vez más fiables a medida que escapan a la conciencia. El niño recita su poema, o toca una sonata al piano, casi dormido. Recorremos nuestro trayecto habitual a la oficina cruzando las calles en los puntos acostumbrados, doblando las mismas esquinas, etc., mientras nuestros pensamientos están en cosas muy distintas. Pero, siempre que la situación exhibe una diferencia relevante —digamos que se ha levantado la calzada por donde solemos cruzar, lo que nos obliga a un rodeo—, esta diferencia y nuestra respuesta se

introducen en la conciencia, de la que, sin embargo, pronto desaparecen si esta novedad se hace constante en el futuro. Con las alternativas cambiantes se desarrollan bifurcaciones que deben fijarse de un modo análogo. Nos desviamos hacia la sala de conferencias de la Universidad o hacia el laboratorio de Física en el punto preciso y sin pensarlo demasiado dado que ambos son frecuentes puntos de destino.

Así, de una forma ininventariable, se almacenan las diferencias, las variantes de respuesta, las bifurcaciones, etc., pero en el dominio de la conciencia sólo permanecen las más recientes, aquéllas respecto a las que la sustancia viva todavía está en fase de aprender o practicar. Se puede decir, metafóricamente, que la conciencia es el tutor que supervisa la educación de la materia viva, pero que libera a su discípulo de aquellas tareas para las que ya está suficientemente entrenado. Pero quiero subrayar, con tinta roja y por triplicado, que me refiero a ello sólo como metáfora. El hecho es simplemente así, las situaciones nuevas y las nuevas respuestas se incorporan rápidamente a la conciencia, lo que ya no sucede con las antiguas o bien experimentadas.

Cientos y cientos de manipulaciones y logros de la secreción salivar en estados de intensa excitación o el erizar de los cabellos por horror. Son respuestas que debieron de tener un cierto significado en el pasado, pero que en el caso del hombre ya se ha perdido.

Me pregunto si todo el mundo estará dispuesto a aceptar el paso siguiente que consiste en extender estas nociones a otros procesos no nerviosos. De momento, sólo voy a insinuarlo con brevedad a pesar de que lo considero el más importante. Esta generalización aclara nuestro problema inicial: ¿qué hechos materiales están asociados o acompañan la conciencia, y cuáles no? La respuesta que sugiero es la siguiente: todo lo que, en lo que antecede, hemos citado como propiedad de los procesos nerviosos es una propiedad de los procesos orgánicos en general, por lo que debe asociarse con la conciencia.

Según la noción y terminología de Richard Semon, la ontogenia del cerebro y de todo el soma individual no es sino la repetición «bien memorizada» de una cadena de hechos que han ocurrido antes, muchas veces y de idéntica manera. Las primeras etapas son, lo sabemos por propia

experiencia, inconscientes; primero en el seno materno, pero incluso las siguientes semanas y meses de vida se pasan durmiendo durante la mayor parte del tiempo. Durante esta etapa, el niño sigue una evolución de vieja tradición en la que se encuentra con condiciones que varían muy poco de un caso a otro. El desarrollo orgánico subsiguiente empieza a relacionarse con la conciencia sólo porque ciertos órganos inician gradualmente una interacción con el entorno, adaptan sus funciones a las condiciones cambiantes, sufren influencias, experimentan y son de alguna manera modificados por el mundo exterior. Los vertebrados superiores disponemos de un órgano así, sobre todo en nuestro sistema nervioso. La conciencia se asocia entonces con aquellas funciones que se adaptan al entorno cambiante por eso que llamamos experiencia.

El sistema nervioso es el lugar donde nuestra especie aún se ocupa de la transformación filogenética, metaforicamente hablando, es el «extremo vegetal» (*Vegetationspitze*) de nuestro tronco. Resumiría mi hipótesis general en la forma: la conciencia se asocia con el aprendizaje de la sustancia viva; su «facultad de saber» (*Können*) es inconsciente.

Ética

Incluso sin esta última generalización, muy importante para mí, quizás algo dudosa para otros, la teoría de la conciencia que he esbozado parece preparar el camino para una comprensión científica de la ética.

El fundamento de todo código ético serio (*Tugendlehre*) ha sido siempre y para todo el mundo un autodominio (*Selbstüberwindung*). La enseñanza de la ética siempre toma la forma de una existencia, un desafío al «tú debes», que de alguna manera se opone a nuestro deseo primitivo. ¿De dónde viene este peculiar contraste entre el «yo quiero» y el «tú debes»? ¿No es absurdo que reprima mis apetitos primitivos, que rechace mi verdad

y que sea distinto a lo que realmente soy? En efecto, escuchamos (en nuestros días más quizá que en otros tiempos) esta reivindicación frecuentemente ridiculizada: «Yo soy como soy. ¡Haced sitio a mi individualidad! ¡Vía libre para los deseos que la Naturaleza ha puesto en mí! Todo lo que se opone a ello no tiene sentido, es un fraude de curas. Dios es Naturaleza, y debemos confiar en que la Naturaleza me ha hecho según su deseo para que sea como soy». De vez en cuando suenan *slogans* como éstos, y no es fácil refutar su brutal evidencia. El imperativo de Kant es declaradamente irracional.

Pero el fundamento científico de estos *slogans* está afortunadamente apolillado. Nuestra penetración en el concepto del «devenir» (*das Werden*) de los organismos nos permite comprender fácilmente que nuestra vida consciente es necesariamente una lucha continua contra nuestro ego primitivo. Pues nuestro yo natural, nuestro deseo primitivo, con sus deseos innatos, es obviamente el resultado mental del legado material recibido de nuestros ancestros. Ahora bien, nosotros nos desarrollamos como especie y avanzamos en la línea fronteriza de las generaciones; cada día de la vida de un hombre representa una pequeña porción de la evolución de la especie que aún está en pleno movimiento. Es cierto que un solo día de la vida, e incluso una vida individual entera, no es sino un brevísimo soplo de cincel para la siempre inacabada estatua. Pero la enorme evolución global que hemos atravesado en el pasado ha sido esculpida con millones de esos minúsculos toques de cincel. El material para esta transformación, el presupuesto de que ésta tenga lugar, está naturalmente en las mutaciones espontáneas heredables. El comportamiento del portador de la mutación, sus hábitos en la vida, tiene no obstante una importancia capital y una decisiva influencia para la posterior selección de estas mutaciones. De otro modo no podríamos comprender el origen de las especies ni las tendencias aparentemente dirigidas que sigue la selección, ni siquiera en los largos espacios de tiempo que están, después de todo, limitados y cuyos límites conocemos bastante bien.

Y así, a cada paso, en cada día de nuestra vida, algo de la forma que hasta entonces poseíamos debe cambiar, algo en ella debe ser vencido, suprimido y sustituido por algo nuevo. La resistencia de nuestro deseo

primitivo es el resultado psíquico de la resistencia que la forma existente opone al cincel transformador. Somos al mismo tiempo cincel y escultura, conquistadores y conquistados, se trata de una auténtica autoconquista (*Selbstüberwindung*).

Pero ¿no es absurdo sugerir que este proceso de la evolución deba caer directa y significativamente en la conciencia, considerando su desmedida lentitud en relación, no sólo a la brevedad de una vida individual, sino incluso con respecto a las épocas históricas? ¿No se desarrolló inadvertidamente?

No. No, a la luz de nuestras anteriores consideraciones que han culminado al asociar la conciencia con aquellos hechos fisiológicos en proceso de transformación por mutua interacción con el entorno cambiante. Además, hemos concluido que sólo se hacen conscientes aquellas modificaciones que todavía se están poniendo a prueba, hasta que, después de mucho tiempo, se convierten en un bien experimentado patrimonio inconsciente de la especie fijado hereditariamente. En una frase: la conciencia es un fenómeno del área de la evolución. Este mundo se ilumina sólo donde o sólo porque desarrolla nuevas formas. Las zonas de estancamiento se deslizan desde la conciencia; sólo pueden aparecer en su interacción con zonas de la evolución.

Si esto es así, se deduce que la conciencia y la discordia con nuestro propio yo están inseparablemente unidas, incluso que deben ser proporcionales entre sí. Parece una paradoja, pero los pueblos más sabios de todos los tiempos han dejado testimonio de su confirmación. Los hombres y mujeres que brillaron por un inhabitual acceso al conocimiento de este mundo, y que por su vida y palabra han formado y transformado esa obra de arte que llamamos humanidad, declaran en sus escritos (o por su misma vida) haber sufrido las punzadas de la discordia interior. Sea esto un consuelo para aquél que también la sufre. Sin ella, nada perdurable ha sido jamás engendrado.

Que no se me interprete mal, por favor. Soy un científico, no un profesor de moral. No es mi intención sugerir la idea de una evolución humana hacia una cota cada vez más alta como argumento eficaz para promocionar códigos morales. No puede serlo, ya que se trata de una meta

altruista, de un motivo desinteresado, por lo que, aceptarlo presupone ya virtuosidad. Me siento tan incapaz como cualquiera para explicar el «deber» del imperativo de Kant. La ley ética en su forma general más simple (¡la no interesada!) es sencillamente un hecho, está ahí, y es asumida incluso por la gran mayoría de aquéllos que no la respetan demasiado. Considero su compleja existencia como un indicio de nuestro ser en el principio de una transformación biológica que parte de la posición egoísta hacia la actitud altruista general; una forma por la que el ser humano se convierte *en animal social*. El egoísmo es una virtud para el animal social que tiende a preservar y mejorar su especie, no se convierte en vicio destructivo en ninguna clase de comunidad. Un animal que se embarque en crear sociedades sin reprimir con fuerza el egoísmo perecerá. Creadoras de sociedades mucho más antiguas, como las abejas, las hormigas o las termitas han excluido filogenéticamente el egoísmo. Sin embargo, en la etapa siguiente, se entregan de lleno al egoísmo nacional o, simplemente, al nacionalismo. Una abeja obrera que se equivoca de colmena es sacrificada sin la menor vacilación.

Pero en el hombre parece que empieza a asomar algo con bastante frecuencia. Por encima de la primera modificación, traza claramente una segunda en la misma dirección que se advierte mucho antes de que la primera se haya siquiera consumado. Si bien todavía somos vigorosamente egoístas, muchos de nosotros empezamos a ver en el nacionalismo un vicio a eliminar. Quizás aparezca aquí una extraña circunstancia. La segunda etapa, la pacificación de los conflictos entre los pueblos, puede facilitarse por el hecho de que la primera etapa todavía está lejos de haberse cubierto, de modo que los motivos egoístas tienen todavía un fuerte atractivo. Todos y cada uno de nosotros estamos amenazados por las nuevas y terroríficas armas de agresión, lo que invita a una larga paz entre las naciones. Si fuésemos abejas, hormigas o guerreros lacedemonios para los que el miedo personal no existe y para los que la cobardía es la cosa más vergonzosa del mundo, el enfrentamiento sería para siempre inevitable. Pero afortunadamente sólo somos hombres, y cobardes.

Las consideraciones y conclusiones de este capítulo son de vieja factura. Datan de hace más de treinta años. Nunca las he perdido de vista, pero he

temido seriamente que tuvieran que ser refutadas por el hecho de que parecen fundamentarse en la «herencia de los caracteres adquiridos», es decir, en el lamarckismo. Y no nos inclinamos a aceptar algo así. Incluso rechazando la herencia de los caracteres adquiridos, o sea aceptando la teoría de la evolución de Darwin, se nos antoja que el comportamiento de los individuos de una especie ejerce una gran influencia en el curso de la evolución, esto es, que fingen cierto pseudo-lamarckismo. Esto, remachado por la autoridad de Julian Huxley, se explica en el capítulo siguiente que, sin embargo, he escrito con un problema ligeramente distinto en mente, y no para proporcionar un soporte a las ideas expuestas más arriba.

El futuro de la comprensión

¿Un callejón biológico sin salida?

Podemos, creo, considerar como algo extremadamente improbable que nuestra comprensión del mundo represente una etapa definitiva o final, o que, en algún sentido, ésta sea máxima u óptima. Con esto no quiero decir que la continuación de la investigación en las distintas ciencias o los estudios filosóficos o religiosos vaya a mejorar nuestra actual visión del mundo. Lo que en este sentido vamos a ganar (digamos en los próximos dos mil quinientos años —si hacemos un balance con respecto a lo que hemos ganado desde Protágoras, Demócrito o Antístenes) es insignificante comparado con lo que aquí me refiero. No hay razón alguna para creer que nuestro cerebro sea el supremo *ne plus ultra* de un órgano pensante en el cual se refleja el mundo. Es más verosímil suponer que no, que una especie puede llegar a adquirir un mecanismo similar al nuestro, pero cuyas imágenes sean a las nuestras lo que las nuestras son a las de un perro, o lo que éstas, a su vez, lo son a las de un caracol.

Si fuese así, entonces —aunque ello no sea en principio relevante—, nos interesa saber (como si fuera por razones personales) si nuestra propia descendencia puede alcanzar algo parecido en el globo. El globo está muy bien. Se trata de un sutil y reciente arriendo que todavía rige en unas condiciones de vida bastante aceptables, teniendo en cuenta el tiempo que

nos ha tomado (digamos 1000 millones de años) el desarrollo desde el principio hasta lo que ahora somos. Pero nosotros mismos, ¿estamos bien? Si aceptamos la actual teoría de la evolución —y no tenemos otra mejor— quizá pueda parecer que hemos sido diseñados para un futuro desarrollo. ¿Debe esperarse aún una evolución física del hombre? Y me refiero a cambios sustanciales de nuestro físico que se fijan gradualmente como hechos heredados —de la misma forma que nuestro actual *yo* corpóreo está fijado por la herencia—; es decir, y para usar el término técnico de los biólogos, ¿continúan produciéndose cambios genotípicos? Esta pregunta es difícil de contestar. Podemos estar acercándonos al fin de un callejón sin salida, quizás hayamos llegado ya. Ello no debería ser un acontecimiento excepcional ni debería significar que nuestra especie está próxima a su extinción. Sabemos, por los registros geológicos, que algunas especies, e incluso que ciertos grandes grupos, hace ya mucho tiempo que han agotado su potencial evolutivo; no es que hayan desaparecido, pero han permanecido sin cambios o, al menos, sin cambios significativos, durante millones de años. Las tortugas y los cocodrilos, por ejemplo, son grupos muy viejos en este sentido; lo mismo ocurre poco más o menos con los insectos, un enorme grupo que incluye más especies diferenciadas que el resto del reino animal. Estas especies apenas se han modificado durante millones de años, mientras el resto de la superficie viva de la tierra ha experimentado cambios que la hacen casi irreconocible. Lo que bloqueó la evolución de los insectos fue probablemente el que adoptaran el proyecto (no malinterpretar esta expresión metafórica) de llevar el esqueleto por fuera en lugar de llevarlo por dentro, como nosotros. Esta armadura exterior ofrece una protección adicional con respecto a la estabilidad mecánica, pero no puede crecer como lo hacen los huesos de los mamíferos entre el nacimiento y el estado adulto. Esta circunstancia limita y hace muy difícil la aparición de cambios graduales y adaptativos en la historia de la vida del ser viviente.

En el caso del hombre, varios son los argumentos que parecen abogar en contra de su evolución ulterior. Los cambios espontáneos heredables —ahora llamados mutaciones—, de los que según la teoría de Darwin, se seleccionan automáticamente los «provechosos», son sólo etapas muy

pequeñas de la evolución que sólo proveen, si acaso, una ligera ventaja. Por eso, se atribuye tanta importancia a la abundancia de la descendencia (de la que probablemente sobrevivirá, sólo, una pequeña fracción) en las deducciones de Darwin. Una pequeña mejora en las posibilidades de sobrevivencia tiene, sólo por esto, una razonable probabilidad de realizarse. Para el hombre civilizado, este mecanismo global parece haberse bloqueado (e incluso invertido en algunos aspectos). En general, no nos gusta ver cómo sufren y mueren los niños y, por eso hemos introducido gradualmente instituciones sociales y legales, que, por un lado, protegen la vida, condenan el infanticidio sistemático y tratan de ayudar a la sobrevivencia del ser humano más frágil y enfermo, mientras que, por otro lado, deben reemplazar a la eliminación natural del menos adaptado manteniendo la descendencia dentro de ciertos límites para que su sustento sea accesible. Esto se consigue, en parte, por la vía directa, por el control de natalidad y, en parte, impidiendo el apareamiento de una alta proporción de hembras. Y ocasionalmente —como esta generación muy bien sabe— la insensatez de la guerra y todas sus secuelas de desastres y barbaridades contribuyen también lo suyo en el balance.

Millones de niños y adultos de ambos sexos mueren por inanición, de frío, o por epidemias. En un pasado remoto, las luchas entre pequeñas tribus o clases quizá tuvieran cierto valor de selección positiva, un valor dudoso en los tiempos históricos e indudablemente nulo con respecto a las guerras actuales. Estas suponen una matanza indiscriminada, del mismo modo que los avances de la Medicina y Cirugía suponen una salvación indiscriminada de vidas. Aunque justa y diametralmente opuestas en nuestra consideración, las dos, la Guerra y la Medicina pueden poseer un valor de no selección.

El pesimismo aparente del darwinismo

Estas consideraciones sugieren que, como especie en desarrollo, estamos llegando a un estado estacionario con pocas esperanzas de ulterior evolución biológica. Pero, aun en este caso, no debemos afligirnos. Podríamos sobrevivir durante millones de años sin cambios biológicos, como los cocodrilos y muchas especies de insectos. Sin embargo, la idea es deprimente desde cierto punto de vista filosófico, y me gustaría abogar por la idea contraria. Para ello debo entrar en un aspecto de la teoría de la evolución que el profesor J. Huxley establece en su célebre libro sobre el tema[1], un aspecto no siempre suficientemente apreciado, según el propio Huxley, por los evolucionistas actuales.

Las presentaciones populares de la teoría de Darwin pueden proporcionar una imagen pesimista y descorazonadora por el papel aparentemente pasivo que juegan los organismos en el proceso de la evolución. Las mutaciones ocurren espontáneamente en el genoma («la sustancia hereditaria»). Tenemos razones para creer que las mutaciones se deben sobre todo a eso que los físicos llaman fluctuaciones termodinámicas o, en otras palabras, al puro azar. El organismo individual no tiene la menor capacidad de influencia sobre el tesoro hereditario que recibe de sus padres, ni sobre el que llega a su descendencia. Las mutaciones que tienen lugar obedecen a «la selección natural del más adaptado». Esto parece significar, otra vez, puro azar, ya que significa que una mutación favorable aumenta la esperanza de sobrevivencia del individuo y de la descendencia engendrada a la que transmite la mutación en cuestión. La actividad del organismo durante su tiempo de vida parece, aparte de esto, biológicamente irrelevante. Nada de lo que haga trasciende en la descendencia: las propiedades adquiridas no se heredan. Toda habilidad, todo aprendizaje, cualquier logro alcanzado, se pierde sin dejar rastro, muere con el individuo, no se transmite. Un ser inteligente pensará en este sentido que la Naturaleza rechaza su colaboración, que lo hace todo ella sola, condenando al individuo a la inactividad, al nihilismo.

Como bien se sabe, la teoría de Darwin no fue la primera teoría sistemática de la evolución. Fue precedida por la teoría de Lamarck, que se basa enteramente en la hipótesis de que cualquier novedad adquirida por un individuo, gracias a determinado comportamiento y a un entorno específico

antes de la procreación, puede ser (y en general es) transmitido a su progenie, si no por completo, sí al menos dejando ciertos vestigios. Según esto, un animal puede producir por ejemplo callosidades protectoras en la planta de sus pies por vivir en suelos pedregosos o arenosos, callosidad que se haría gradualmente hereditaria de manera tal que generaciones posteriores recibirían gratis esta propiedad, como un regalo, y sin necesidad de esforzarse por conquistarla. Por la misma razón, los logros adquiridos, o la adaptación sustancial producida en un órgano, no se perderán si son continuamente usados para ciertos fines y se transmitirán, al menos en parte, a la descendencia. Esta imagen ofrece una comprensión muy simple de la adaptación especifica al entorno, una propiedad tan característica de todas las criaturas vivas. Pero no sólo eso, también es una imagen bella, jubilosa, alentadora y estimulante. Es infinitamente más atractiva que el aspecto pesimista de la aparente pasividad ofrecida por Darwin. Un ser inteligente que se considere a sí mismo como un eslabón de la larga cadena de la evolución puede estar seguro, según la teoría de Lamarck, de que sus esfuerzos y desvelos por mejorar sus propias habilidades, tanto las físicas como las mentales, no se pierden en el sentido biológico, sino que forman parte (una parte pequeña, pero parte integrante al fin) de la lucha de la especie por alcanzar una perfección cada vez mayor.

Desgraciadamente, el lamarckismo es insostenible. El fundamento sobre el que descansa —las propiedades adquiridas pueden heredarse— es falso. Hasta donde hoy sabemos, tal herencia no es posible. Los pasos particulares con que avanza la evolución son aquellas mutaciones espontáneas y fortuitas que no tienen nada que ver con el comportamiento que el individuo sigue durante su vida. Volvemos de este modo al pesimista aspecto del darwinismo que antes he esbozado.

La selección de las influencias del comportamiento

Deseo mostrar ahora de que esto no es exactamente así. Sin cambiar ninguna de las hipótesis básicas del darwinismo, podemos ver que el comportamiento del individuo, la manera de utilizar sus facultades innatas, juega un papel relevante, más aún, juega el papel más relevante de la evolución. Existe un núcleo de verdad en la imagen de Lamarck: la irrescindible conexión causal que se establece entre la realización de una función —el hacer que un carácter (un órgano, toda propiedad, capacidad o peculiaridad del cuerpo) tenga un uso provechoso— y el hecho de su desarrollo en el curso de las generaciones, su mejora gradual en relación a los propósitos para los que la utilización es provechosa. Esta conexión, digo, entre el ente usado y el ente mejorado fue un conocimiento muy correcto de Lamarck y subsiste en nuestra actual imagen darwinista, pero pasa fácilmente desapercibida si se observa el darwinismo superficialmente. Todo ocurre como si el lamarckismo fuese cierto, sólo que el «mecanismo» es más complicado de lo que Lamarck pensó. La cuestión no es demasiado sencilla de explicar ni de captar, por lo que será muy útil empezar por resumir el resultado. Pensemos, para evitar divagaciones, en un órgano, aunque la peculiaridad en cuestión puede ser una propiedad, un hábito, un dispositivo, un comportamiento, incluso una pequeña adición o variación de esta peculiaridad. Lamarck piensa que el órgano a) se usa, b) por ello mejora, y c) la mejora se transmite a la herencia. Esto es falso. Debemos pensar que el órgano a) sufre variaciones al azar, b) las que se usan provechosamente se acumulan, o al menos se acentúan por la selección, y c) ello continúa de generación en generación, constituyéndose las mutaciones seleccionadas en una mejora perdurable. La simulación más notable de lamarckismo ocurre —según Julián Huxley— cuando las variaciones iniciales que inauguran el proceso no son auténticas mutaciones, ni de las que se pueden heredar. Pero, si son aprovechables, pueden acentuarse por lo que él llama selección orgánica y, para decirlo de algún modo, allanan el terreno para que aquellas mutaciones que aparecen en la dirección «deseable» sean aprehendidas.

Detengámonos ahora en ciertos detalles. Lo más importante es ver si un nuevo carácter (o modificación de un carácter) adquirido por variación, por mutación o por mutación combinada con cierta selección, puede estimular

fácilmente una actividad del organismo en relación a su entorno que tienda a aumentar la utilidad de este carácter y, por lo tanto, que intensifique el efecto de la selección. Con la posesión de un nuevo carácter el individuo puede provocar cambios en su entorno (por una transformación real o por migración), o bien modificar su comportamiento respecto al entorno. Todo ello se realiza de forma que la utilidad del nuevo carácter se vea reforzada y para promocionar la ulterior mejora selectiva en el mismo sentido.

Esta afirmación puede chocamos por osada, ya que parece requerir un propósito e incluso un alto nivel de inteligencia por parte del individuo. Pero quiero aclarar que, aunque mi propuesta supone, claro, inteligencia y un comportamiento de los animales superiores lleno de propósitos, no está en modo alguno restringido a ellos. Veamos algunos ejemplos sencillos:

No todos los individuos de una población tienen exactamente el mismo entorno. Unas flores de una especie silvestre pueden crecer en la sombra, otras en zonas soleadas, unas en la pendiente más alta y sublime de una montaña, otras en terrenos más bajos o en el valle. Una mutación —como las hojas peludas— que es beneficiosa para grandes altitudes será seleccionada en las zonas elevadas, pero se «perderá» en el valle. Es el mismo efecto que supondría una migración de los mutantes peludos hacia un entorno que favorezca la aparición de ulteriores mutaciones en el mismo sentido.

Otro ejemplo: la capacidad de los pájaros para volar les permite construir sus nidos en lo alto de los árboles donde sus crías son menos accesibles a algunos de sus enemigos. Los que primero accedieron a ello obtuvieron una ventaja en la selección. En una segunda etapa, este tipo de morada hace que la selección opere entre los mejores voladores. Es decir, cierta habilidad para volar produce cambios en el entorno, o en el comportamiento con respecto al entorno, lo que ayuda a una acumulación en favor de la misma habilidad.

El hecho más sobresaliente de los seres vivos es que se dividen en especies, muchas de las cuales están increíblemente especializadas en funciones tan particulares y delicadas que dependen de ellas para sobrevivir.

Un jardín zoológico es un espectáculo de curiosidades y lo sería mucho más si incluyera una buena exhibición de la historia de la vida de los insectos. La no especialización es una excepción. La regla es la especialización en estrategias singularmente estudiadas que «nadie consideraría si la naturaleza no las hubiera producido». Es difícil creer que todas ellas sean el resultado de una «acumulación por azar». Se quiera o no, uno siente la existencia de fuerzas o tendencias que van en ciertas direcciones desde «lo llano y simple» hacia lo complicado. Lo «llano y simple» parece representar una situación inestable. Al escapar de ella se producen fuerzas dirigidas hacia ulteriores puntos de partida en la misma dirección. Eso sería difícil de comprender si el desarrollo de un ingenio particular (mecanismo, órgano o comportamiento útil) fuese el producto de un largo rosario de sucesos azarosos, independientes entre sí, tal como suele considerarse cuando se piensa en términos de la concepción original de Darwin. En realidad, creo, sólo el primer inicio «en cierta dirección» tiene una estructura así. Y éste da lugar a circunstancias que «moldean el material plástico» —por selección— cada vez más sistemáticamente en la dirección de las ventajas ganadas al comienzo. Metafóricamente podría decirse: las especies han averiguado en qué dirección se encuentran sus oportunidades para la vida y siguen esta trayectoria.

Lamarckismo simulado

Debemos intentar comprender en líneas generales y formular de manera no animista la forma en que una mutación al azar —capaz de proporcionar al individuo ventajas y favores en pro de la sobrevivencia en un entorno dado— podría tender a hacer algo más que eso: aumentar las oportunidades para usar provechosamente (y para concentrar en sí misma) la influencia selectiva del medio.

Para revelar este mecanismo esquematizaremos el entorno como un conjunto de circunstancias favorables y de circunstancias desfavorables. Entre las primeras está el alimento, el refugio, la luz del sol y otras muchas; entre las segundas están las amenazas de otros seres vivos (enemigos), los venenos o la violencia de los elementos. Sean éstas, brevemente, las «necesidades» y las «adversidades». No toda necesidad puede satisfacerse, no toda adversidad puede evitarse. Pero una especie viva debe haber adquirido un comportamiento que equilibre la neutralización de las adversidades más graves con la satisfacción de las necesidades más acuciantes. Una mutación favorable hace que ciertas fuentes sean más accesibles a las necesidades, o reduce el peligro de ciertas adversidades, o hace ambas cosas. Por ello, aumenta la esperanza de sobrevivencia de los individuos que están dotados con ella, pero, además, desplaza el equilibrio óptimo, ya que modifica el peso relativo de las necesidades y adversidades. Los individuos que —por azar o inteligencia— modifican adecuadamente su comportamiento se ven favorecidos, esto es, seleccionados. Este cambio de comportamiento no se transmite a la siguiente generación por el genoma o por herencia directa, pero esto no significa que no sea transmitido. Nuestra especie de flores peludas (en un hábitat que se extiende a lo largo de la pendiente de una montaña) ofrece el ejemplo más simple y primitivo. Los mutantes peludos, favorecidos en lo alto, dispersan sus semillas de tal forma que la siguiente generación de «peludas», consideradas en su conjunto, «escalen la cima» para, digamos, «hacer mejor uso de la mutación favorable».

En todo ello debemos tener en cuenta como norma que la situación es extremadamente dinámica en conjunto, la lucha es muy dura. En una población muy prolífica, que sobrevive sin aumentar apreciablemente, las adversidades superan normalmente las necesidades, la sobrevivencia individual es una excepción. Además, adversidades y necesidades están acopladas, con frecuencia, de forma que una necesidad apremiante sólo puede satisfacerse desafiando una cierta adversidad (por ejemplo, el antílope tiene que ir a beber al río, pero el león conoce el lugar tan bien como él). El esquema completo de adversidades y desgracias está intrincadamente entretejido. Una ligera reducción de cierto peligro

provocado por una mutación dada puede causar una considerable diferencia para aquellos mutantes que desafían dicho peligro y que, por lo tanto, evitan otros. Esto puede suponer una selección notable, y no sólo con respecto a la singularidad genética en cuestión, sino también con respecto a la destreza (intencionada o fortuita) en utilizarla. Este tipo de comportamiento se transmite a la herencia mediante el ejemplo, por el aprendizaje, en un sentido generalizado de la palabra. El cambio de comportamiento intensifica, a su vez, el valor selectivo de toda mutación posterior en la misma dirección.

Esta presentación del problema puede producir un efecto muy similar al del mecanismo descrito por Lamarck. El comportamiento tiene un papel importante en el proceso, aunque ningún comportamiento adquirido, ni ningún cambio físico hayan sido transmitidos directamente a la descendencia. Pero la conexión causal no es la que pensó Lamarck, es justamente la contraria. No es que el comportamiento cambie el físico de los progenitores y que, por herencia física, éste afecte al de la descendencia. Es el cambio físico de los progenitores el que modifica —directa o indirectamente, por selección— sus comportamientos; y este cambio de comportamiento es transmitido a la progenie —mediante el ejemplo, la enseñanza o incluso más primitivamente— a través del cambio físico portado por el genoma. Incluso en el caso de que el cambio físico no sea heredable, la transmisión del comportamiento inducido «por enseñanza» puede ser un factor altamente eficiente en la evolución, ya que deja la puerta abierta para recibir ulteriores mutaciones heredables con todo preparado para hacer el mejor uso de ellas y, por lo tanto, para someterlas a una intensa selección.

Fijación genética de hábitos y habilidades

Puede objetarse que lo que aquí hemos descrito puede ocurrir ocasionalmente, pero que no puede continuar indefinidamente para formar el mecanismo esencial de una evolución adaptativa. Pues el cambio de comportamiento no se transmite por una herencia física, por la sustancia hereditaria, por los cromosomas. Al principio no está fijado genéticamente, y es difícil ver cómo podría incorporarse al tesoro genético. Éste es, en sí mismo, un importante problema. Pues sabemos que los hábitos se heredan como, por ejemplo, el de construir nidos de los pájaros, los de aseo personal de nuestros perros y gatos, para mencionar sólo algunos casos obvios. El darwinismo debería abandonarse si ello no puede comprenderse según sus líneas ortodoxas. La cuestión se hace singularmente significativa en el caso del hombre, ya que deseamos inferir que nuestros esfuerzos y desvelos, mientras dura la vida, constituyen una contribución integrante para el desarrollo de las especies en el verdadero sentido biológico. Creo que la situación es, brevemente, como sigue.

Según nuestras hipótesis, el comportamiento se modifica paralelamente al físico, primero como una consecuencia de un cambio al azar en este último, pero dirigiendo en seguida el subsiguiente mecanismo seleccionador hacia canales definidos, ya que, como el comportamiento se ha aprovechado de los primeros y rudimentarios beneficios, sólo aquellas ulteriores mutaciones que ocurren en el mismo sentido tienen algún valor selectivo. Pero como (si se me permite) el nuevo órgano se desarrolla, el comportamiento no hace sino promocionarse cada vez más por el solo hecho de ser poseído. El comportamiento y el físico no hacen sino fusionarse en una sola cosa. Simplemente, no podemos tener manos sin usarlas para obedecer a ciertos propósitos, nos estorbarían (como le ocurre a un actor aficionado, ya que sólo tiene propósitos ficticios). No se puede tener alas eficaces sin intentar volar. No se puede tener un órgano modulado para el habla sin tratar de imitar los sonidos que uno oye en su entorno. Distinguir entre la posesión de un órgano y la urgencia por usarlo (y la necesidad de entrenarlo con la práctica), es decir, considerarlos como características diferentes del órgano en cuestión, resulta una distinción artificial que sólo se hace posible gracias al lenguaje abstracto, pero que no tiene una contrapartida en la Naturaleza. No debemos pensar, claro, que el

«comportamiento» penetra en la estructura del cromosoma donde se asienta en puntos precisos. La selección sería débil para producir un órgano nuevo si no recibiera ayuda continua del organismo, por hacer éste uso apropiado a aquél.

Y esto es muy esencial. Por ello, ambas cosas están muy relacionadas y, en último término, o incluso en cada etapa, se fijan genéticamente como una sola: *el órgano usado*, como si Lamarck tuviese razón.

Resulta clarificador comparar este proceso natural con la fabricación de un instrumento por el hombre. A primera vista, parece haber un gran contraste. Si fabricamos un delicado mecanismo, podríamos estropearlo (en muchos casos) si intentamos usarlo una y otra vez por impaciencia antes de que estuviera terminado. Uno tiende a pensar que la Naturaleza actúa de otro modo. La Naturaleza no puede producir un organismo nuevo y sus órganos, si éstos no son continuamente utilizados, probados y examinados con respecto a su eficacia. Pero, en realidad, este paralelismo es falso. La fabricación de un solo instrumento por un hombre corresponde a la ontogenia, esto es, al crecimiento de una individualidad desde el germen hasta la madurez. También aquí la interferencia es bien recibida. Los más jóvenes deben ser protegidos, no pueden ser destinados al trabajo antes de haber alcanzado toda la fuerza y pericia propias de su especie. El verdadero paralelismo del desarrollo evolutivo de los organismos puede ilustrarse, por ejemplo, con una exposición sobre la historia de las bicicletas, donde se observaría el cambio gradual de la máquina de año en año, de década en década; o, análogamente, de locomotoras, automóviles, aeroplanos, máquinas de escribir, etc. Tanto en estos casos como en el de los procesos naturales es evidentemente esencial que la máquina en cuestión se use con continuidad y sea, por lo tanto, continuamente mejorada. No se trata de una mejora debida literalmente al uso, sino a la experiencia ganada y a las alteraciones sugeridas. La bicicleta ilustra, por cierto, el caso mencionado anteriormente de un viejo organismo que casi ha alcanzado la perfección máxima por lo que ya no se pueden esperar demasiados cambios. ¡Pero no por ello va a extinguirse!

Peligros para la evolución intelectual

Volvamos ahora al principio de este capítulo. Nuestra pregunta inicial era: ¿es verosímil que la evolución biológica del hombre continúe? Nuestra discusión ha traído, creo, dos puntos relevantes a la palestra.

El primero es la importancia biológica del comportamiento. El comportamiento, aunque en sí no se hereda, puede acelerar el proceso de la evolución en varios órdenes de magnitud si se ajusta a las facultades innatas y a las condiciones ambientales y se adapta a los cambios que experimentan tales factores. En las plantas y en los niveles inferiores del reino animal, el comportamiento adecuado se pone a punto por un lento proceso de selección, es decir por ensayo y error, mientras que la inteligencia del hombre le permite proceder por elección. Esta ventaja incalculable puede compensar fácilmente su handicap de una propagación lenta y comparativamente escasa, que se reduce aún más por el aspecto biológicamente peligroso de limitar el volumen de descendencia para asegurar el sustento.

El segundo punto se refiere a la cuestión de si todavía se puede esperar algún desarrollo biológico en el hombre; se trata de una cuestión íntimamente ligada a la anterior. Tenemos, en cierto modo, la respuesta completa, esto es, ello depende de nosotros y de nuestro hacer. No debemos sentarnos a esperar a que las cosas vayan llegando en la creencia de que están decididas por un destino irrescindible. Si queremos desarrollo, tenemos que hacer algo por él. Y, si no, no. Lo mismo ocurre con el desarrollo político y social y con la sucesión de hechos históricos en general que no dependen de los caprichos de los dioses, sino en gran medida de nuestros actos. Así, nuestro futuro biológico, que no es más que Historia a gran escala, no debe tomarse como un destino inalterable decidido de antemano por alguna ley de la Naturaleza. Ello no es así para nosotros, sujetos actuantes en el juego, aun cuando parezca lo contrario para un ser superior que nos observa, como nosotros observamos a los pájaros o a las hormigas. La razón por la cual el hombre tiende a considerar la Historia (tanto en el sentido concreto como en el amplio) como un acontecer predestinado, bajo el control de reglas y leyes inalterables, es muy evidente.

Se debe a que cada individuo en particular tiene la sensación de que él mismo tiene muy poco que decir sobre el tema, a menos que pueda expresar sus opiniones a otros muchos y convencerles de que ajusten su comportamiento de acuerdo con ellas.

En cuanto al comportamiento concreto necesario para asegurar nuestro futuro biológico, sólo quiero mencionar un punto de carácter general, que juzgo de una importancia primaria. Estamos ahora, creo, en un grave peligro de perder «el camino de la perfección». De todo esto se ha dicho que la selección es un requisito indispensable para el desarrollo biológico. Si esto se excluye completamente, el desarrollo se detiene, más aún, puede invertirse. Dicho en palabras de Julian Huxley: «… la preponderancia de la mutación (perdida) degenerativa se traduce en la degeneración de un órgano cuando éste se hace inservible y cuando la selección ya no opera sobre él para mantener su eficacia», Ahora pienso que la creciente mecanización y «estupidización» de la mayor parte de procesos de manufacturación suponen un serio peligro de degeneración general para nuestro órgano de la inteligencia. Cuanto más se igualen en la vida las oportunidades entre los trabajadores diestros y los irresponsables (por la represión de la habilidad y por la generalización del trabajo tedioso y aburrido), tanto más se hará superfluo un buen cerebro, manos expertas o un ojo agudo. En efecto, se favorecerá al hombre poco inteligente que toma la fácil alternativa de una labor aburrida; será lo más fácil para prosperar, para establecerse y para engendrar una descendencia. El resultado puede llegar incluso hasta una selección negativa en cuanto a talentos y promesas.

Las penas de la vida industrial moderna han creado instituciones destinadas a mitigarlas, tales como las de protección de los trabajadores contra la explotación y el desempleo, y muchas otras de asistencia y seguridad. Se consideran razonablemente beneficiosas y se han hecho indispensables. Pero no podemos cerrar los ojos ante el hecho de que, aliviando la responsabilidad del individuo por preocuparse por sí mismo y con la igualación de las oportunidades para todos los hombres, tales instituciones también tienden a amortiguar la competencia de talentos, lo que supone un freno a la evolución biológica. Me doy cuenta de que este punto es extremadamente polémico. La preocupación por nuestro bienestar

actual es un argumento muy fuerte comparado con nuestro futuro evolutivo. Pero afortunadamente, así lo creo, ambas cosas van unidas de acuerdo con mi argumento principal. El aburrimiento se ha convertido en el peor azote de nuestras vidas. En lugar de usar la ingeniosa maquinaria, hemos inventado una cantidad creciente de lujo superfluo; debemos pensar en desarrollarla de forma que libere a los seres humanos de todas las manipulaciones no inteligentes y mecánicas. La máquina debe asumir la labor para la que el hombre es demasiado bueno, y no el hombre el trabajo para el cual una máquina es demasiado cara, como ocurre con bastante frecuencia. Esto no tenderá a abaratar la producción, sino que hará más felices a las personas involucradas. Pero no hay demasiada esperanza mientras prevalezca la competencia entre las grandes empresas del mundo. Este tipo de competencia es poco interesante y sin valor biológico. Nuestro objetivo debería centrarse en restituir la competencia interesante e inteligente de los seres humanos como individuos.

El principio de objetivización

Hace nueve años establecí dos principios generales que constituyen la base del método científico, el principio de la comprensibilidad de la Naturaleza y el principio de objetivización. Desde entonces, he vuelto sobre el tema una y otra vez, la última en mi librito *Nature and the Greeks*[2]

Deseo tratar aquí con detalle el segundo principio, el de la objetivización. Antes de decir lo que entiendo por ello, permítaseme deshacer un posible malentendido que puede surgir (como he comprobado en algunas críticas aparecidas sobre aquel libro), a pesar de que creí haberlo evitado desde el principio. Se trata simplemente de lo siguiente: muchos parecen creer que mi intención era la de prescindir de los principios fundamentales que *tienen* que estar en la base del método científico o que, por lo menos, están justa y correctamente en la base de la ciencia y que deben mantenerse a toda costa. Nada más lejos de mi intención; yo sólo mantenía, y mantengo, que aquéllos son —y por cierto, como herencia de los antiguos griegos— el origen de toda nuestra ciencia y del pensamiento occidentales.

El malentendido no es demasiado sorprendente. Cuando oímos a un científico pronunciar principios de la Ciencia, destacando dos de ellos como especialmente fundamentales y de viejo cuño, resulta natural creer que por lo menos está muy a favor de ellos y que desea imponerlos. Pero obsérvese por otro lado que la Ciencia nunca impone nada, la Ciencia *establece*. La Ciencia sólo pretende hacer afirmaciones verdaderas y adecuadas a su objeto. El científico sólo impone dos cosas: verdad y sinceridad; y lo hace por encima de sí mismo y de otros científicos. En este caso, el objeto es la Ciencia misma, la Ciencia tal como se ha desarrollado y tal como es en este

momento, y no la Ciencia tal como *debe* ser o tal como *debe* desarrollarse en el futuro.

Volvamos ahora a estos dos principios. Sobre el primero, «se puede comprender la Naturaleza», quiero decir sólo unas palabras. Lo más sorprendente es que tuviera que ser inventado, de que fuera totalmente necesario inventarlo. Proviene de la Escuela de Milesia, el *physiologoi*. Desde entonces ha permanecido intacto, aunque quizá no siempre libre de contaminaciones. La evolución actual de la Física posiblemente suponga una seria contaminación. El principio de incertidumbre, la alegada falta de conexión estrictamente causal en la Naturaleza, puede representar un paso en este sentido, un abandono parcial de este principio. Sería interesante discutirlo, pero quiero centrarme en la discusión del otro, del principio que yo llamo de objetivización.

Entiendo por ello lo que también suele denominarse «la hipótesis del mundo real» que nos rodea. Mantengo que esto equivale a cierta simplificación que adoptamos con el fin de dominar el infinitamente intrincado problema de la Naturaleza. Debemos tener en cuenta esta hipótesis y ser rigurosamente sistemáticos con ella; lo contrario supondría la exclusión del *Sujeto del Conocimiento* del dominio de la naturaleza que tratamos de entender. Retrocedamos con nuestro propio yo hasta conseguir ser un observador externo al mundo, el cual se convierte, por este procedimiento, en un mundo objetivo. Este mecanismo encuentra dificultades en las dos circunstancias siguientes. En primer lugar, mi propio cuerpo (al que tan íntima y directamente se liga mi actividad mental) forma parte del objeto (el mundo real a mi alrededor) que he construido con mis sensaciones, percepciones y recuerdos. En segundo lugar, los cuerpos de otras personas forman parte de este mundo objetivo. Pero tengo muy buenas razones para creer que esos otros cuerpos también están acoplados con (o digamos que son) el soporte de esferas de conciencia. No puedo tener duda alguna sobre la existencia —o sobre cierta clase de realidad— de dichas extrañas esferas de conciencia y, sin embargo, no tengo el menor acceso subjetivo directo a ninguna de ellas. Por ello, tiendo a considerarlas como algo objetivo, como parte del mundo real que me rodea. Además, puesto que no hay distinción entre yo mismo y otros, aunque sí gran simetría en las

intenciones y propósitos, concluyo que yo mismo formo parte del mundo material que me rodea. Digamos que coloco mi propio ser sensible (que ha construido este mundo como un producto mental) de nuevo en dicho mundo —con el *pandemónium* de las desastrosas consecuencias lógicas que emergen de la mencionada cadena de defectuosas conclusiones. Las señalaremos una a una; sólo mencionaré por ahora las dos contradicciones más flagrantes. Su existencia se debe a que no nos damos cuenta de que una imagen moderadamente satisfactoria del mundo sólo se consigue al alto precio de ser nosotros mismos quienes tomemos la imagen retrocediendo para ello al papel de observador no involucrado.

La primera de estas contradicciones es la sorpresa por encontrar nuestra imagen del mundo «incolora, fría y muda». El color y el sonido, el calor y el frío son nuestras sensaciones inmediatas, su ausencia en un modelo del mundo, del que hemos omitido nuestra propia mente, es una pequeña maravilla.

La segunda es nuestra búsqueda estéril del lugar en el que la mente actúa sobre la materia, o viceversa, algo bien conocido gracias a la honesta investigación de Sir Charles Sherrington, magníficamente desarrollada en su *Man on his Nature*. El mundo material se ha construido sólo a costa de extraer de él el yo, es decir, la mente; la mente no forma parte de él, por ello no puede, evidentemente, interaccionar ni con él ni con cualquiera de sus partes. (Spinoza dejó esto muy claro en una breve frase [3]).

Deseo detallar algunos de estos puntos. Permítaseme primero citar un pasaje de un artículo de C. G. Jung, que me ha complacido porque destaca el mismo punto en un contexto muy distinto, aunque con unas maneras muy agresivas. Considero que extraer el Sujeto del Conocimiento del mundo objetivo es un precio alto en aras de una imagen satisfactoria, pero Jung va más lejos y nos acusa por pagar semejante rescate desde una intrincada y difícil situación. Dice:

> Toda Ciencia (Wissenschaft) es, sin embargo, una función del alma en la que se arraiga todo conocimiento. El alma es el más grande de los milagros cósmicos, es el *conditio sine qua non* del mundo considerado como un objeto. Es muy sorprendente que el mundo occidental (salvo muy raras excepciones) parezca apreciar tan poco esta circunstancia. El aluvión de objetos externos de conocimiento ha arrinconado al sujeto; muchas veces hasta la aparente no existencia[4].

Jung tiene, desde luego, bastante razón. También está claro que, por dedicarse a la psicología, es mucho más sensible al gambito inicial en cuestión, mucho más que un físico o que un fisiólogo. No obstante, yo diría que abandonar de repente una posición que hemos mantenido durante 2000 años es peligroso. Podemos perderlo todo sin ganar más que cierta libertad en un dominio especial, aunque muy importante. Pero aquí se plantea el problema. La Psicología, una ciencia relativamente nueva, exige imperiosamente un espacio vital y hace inevitable la reconsideración del gambito inicial. Es una dura tarea en la que no vamos a embarcamos aquí y ahora. Nos contentaremos con haber señalado la cuestión.

El psicólogo Jung se queja, pues, de la exclusión de la mente de nuestra imagen del mundo, de la omisión del alma. A mí me gustaría aducir por contra, o quizá mejor, como complemento, ciertas glosas de eminentes representantes de épocas más antiguas y humildes de la Física y la Psicología, que muestran cómo «el mundo de la Ciencia» se ha concentrado en un objetivo horrible que no deja lugar a la mente y a sus inmediatas sensaciones.

Algunos lectores recordarán «los dos escritorios» de A. S. Eddington; uno es un mueble familiar antiguo, en el que está sentado y sobre el que apoya sus brazos; el otro es un objeto físico, acribillado de agujeros y desprovisto de toda cualidad sensorial. Su mayor parte es, con mucho, un espacio vacío, la nada esparcida entre minúsculas e innumerables partículas de algo, núcleos y electrones girando, pero siempre a distancias que son unas 100 000 veces mayores que sus propios tamaños. Tras comparar ambos objetos, Eddington resume con su buen y expresivo estilo:

> Los acontecimientos de la vida cotidiana se observan, en el mundo de la Física, como una representación de sombras. La sombra de mi codo se apoya sobre la sombra de la mesa, la sombra de la tinta fluye sobre la sombra del papel… Aceptar llanamente que la Física está relacionada con un mundo de sombras es uno de los avances recientes más significativos[5].

Hago constar que el avance más reciente no reside en que el mundo de la Física haya adquirido este carácter de representación de sombras; lo ha tenido siempre desde Demócrito de Abdera e incluso desde antes; no nos dábamos cuenta de ello; creíamos que nos enfrentábamos al mundo mismo;

expresiones como modelo o imagen para la construcción conceptual de la Ciencia no surgieron, creo, hasta la segunda mitad del siglo XIX.

Sir Charles Sherrington publicó no mucho más tarde su trascendental *Man on his Nature*. El libro está impregnado de un sincero deseo por extraer objetiva evidencia de la interacción entre mentes y materia.

Y acentúo el epíteto «sincero» porque se necesita un esfuerzo muy serio y honesto para buscar algo que, de antemano, sabemos imposible de encontrar, porque, en contra de lo que la gente suele creer, esta interacción no existe. Un breve resumen de su investigación se encuentra en la página 357 de su libro:

> Para todo aquello que alcanza la percepción, la mente interviene en nuestro mundo espacial como un verdadero fantasma invisible, intangible, es algo que incluso carece de contorno; no es una «cosa». Se queda sin confirmación sensorial y así se queda para siempre.

Con mis propias palabras, yo diría: la mente ha construido el objetivo mundo exterior (del filósofo natural) fuera de su propia sustancia. La mente no ha podido abordar esta gigantesca tarea sin el recurso simplificador de excluirse a sí misma, de omitirse en su creación conceptual. De donde se deduce que tal creación no contiene a su creador.

No puedo transmitir la grandeza del inmortal libro de Sherrington citando frases; hay que leerlo. Pero quiero mencionar algunas de las más representativas.

> La Física… nos plantea el *impasse* de que la mente no puede *per se* tocar el piano (la mente no puede *per se* mover un dedo de la mano). (P. 222).
>
> Entonces, el *impasse* sale a nuestro encuentro. Frente al «cómo» la mente influencia la materia, el vacío. La inconsecuencia nos hace vacilar. ¿Hay algo que hemos comprendido mal? (P. 232).

Compárense estas conclusiones de un fisiólogo experimental del siglo XX con la siguiente simple afirmación del filósofo más grande del siglo XVII: B. Spinoza. (*Ethics*, Pt. III, Prop. 2.)

> *Nec corpus mentem ad cogitandum nec mens corpus ad motum neque ad quietem nec ad aliquid (si quid est) aliud determinare potest.*
>
> [El cuerpo no determina que la mente piense, ni la mente determina que el cuerpo se mueva, o esté en reposo, o cualquier otra cosa (si ello así sucediese)].

El *impasse* ES un *impasse*. ¿No somos entonces los hacedores de nuestros actos? Sin embargo, por ellos nos sentimos responsables y, si se da el caso, por ellos somos castigados o premiados. Es una horrible contradicción. Y mantengo que ésta no puede resolverse mediante la Ciencia actual que todavía se ve enteramente comprometida —sin saberlo — con el «principio de exclusión»; de ahí la contradicción. Esto sirve para damos cuenta del problema, pero no para resolverlo. No podemos deshacemos del «principio de exclusión» mediante (digamos) una moción en el Parlamento. Debería reconsiderarse la actitud científica, la Ciencia debe construirse de nuevo. Hay que ir con cuidado.

Nos enfrentamos, pues, a la notable siguiente situación. Nuestra imagen del mundo se elabora a partir de la información proporcionada por los órganos sensoriales de la mente (de manera que la imagen del mundo es y se conserva, para cualquier hombre, como una elaboración de su propia mente, y no es posible demostrar que esta imagen tenga otra existencia), mientras que nuestra mente consciente se queda en algo extraño dentro de esta imagen, no tiene espacio vital en ella, no es localizable en ningún punto del espacio. No sabemos darnos cuenta de este hecho porque hemos admitido enteramente que el pensamiento de la personalidad de un ser humano (o también, en este sentido, de un animal) está localizado en el interior de su cuerpo. Saber que, en realidad, no es así resulta sorprendente por lo que nos invade la duda y la confusión, es algo que no admitimos de buena gana. Nos hemos acostumbrado a localizar la personalidad consciente en la cabeza de los individuos —me atrevería incluso a decir que una o dos pulgadas detrás del punto medio de los ojos. De ahí nos llegan (si se da el caso) miradas amorosas o tiernas, recelosas o enojadas. Me pregunto si se ha hecho notar alguna vez que el ojo es el único órgano de los sentidos cuyo carácter puramente receptivo ingenuamente no reconocemos. Tendemos a pensar en contra de la realidad, es decir, en «rayos visuales» que salen de los ojos y no en «rayos de luz» que impactan los ojos desde el exterior. Es frecuente encontrarse con «rayos visuales» representados en los dibujos de los «cómics» o incluso en los antiguos diagramas que ilustran instrumentos o leyes ópticas: una línea de puntos que emerge del ojo y que apunta a un objeto con una lejana flecha.

Estimado lector, o mejor aún, estimada lectora, recuerde el brillo de los gozosos ojos con los que le obsequia su hijo cuando le trae un juguete nuevo y deje que un físico le explique que, en realidad, nada emerge de esos ojos; su única función objetivamente detectable es, en realidad, recibir los impactos de cuantos de luz. ¡En realidad! ¡Extraña realidad! No parece una realidad completa.

Nos cuesta mucho aceptar el hecho de que la localización de la personalidad (de la mente consciente) en el cuerpo no es sino un símbolo, una ayuda de carácter práctico. Sigamos ahora una de estas «tiernas miradas» (con todo lo que sobre ella sabemos) hacia el interior del cuerpo. Allí nos topamos con un bullicio muy interesante o, si se quiere, con una maquinaria. Encontramos millones de células muy especializadas enzarzadas en una estructura de increíble complejidad, pero que sirve obviamente para consumar un alto grado de mutua comunicación y colaboración; por las células nerviosas circula un incesante martilleo de pulsos electroquímicos regulares que, sin embargo, cambian rápidamente de configuración; cientos de miles de contactos se abren y cierran cada fracción de segundo; se inducen transformaciones químicas y quizás otros procesos aún no descubiertos. Sí, todo ello encontramos, y podemos confiar en saber cada vez más a medida que progresa la Ciencia. Pero supongamos ahora un caso concreto en el que eventualmente observamos cómo ciertos grupos de corrientes pulsantes salen del cerebro para llegar a ciertos músculos del brazo. Como consecuencia de este estímulo, el brazo acciona una mano vacilante y temblorosa que representa un emocionado adiós de despedida para una larga y dolorosa separación. Simultáneamente observamos cómo otras corrientes pulsantes producen cierta secreción glandular que deja al pobre ojo triste velado por las lágrimas. Pero, en ningún punto de este trayecto (que parte del ojo, atraviesa el órgano central y llega a los músculos del brazo o a las glándulas lacrimógenas) encontraremos la personalidad, ni la honda pena, ni la preocupación que aturde el alma. Y, sin embargo, sentimos la realidad de tales conceptos como si de nosotros mismos se tratara (¡qué es lo que en realidad ocurre!). Esta imagen sobre el prójimo, que nos regala el análisis psicológico, me recuerda mucho una gran narración de Edgar Alan Poe, que estoy seguro

muchos lectores recordarán; me refiero a *La máscara de la muerte roja*. Un príncipe y su séquito se encierran en un castillo aislado para escapar a la peste de la muerte roja que asola la región. Tras una semana de retiro, se organiza un gran baile de disfraces y máscaras. Uno de los participantes, muy alto, totalmente enmascarado y vestido de rojo (un intento obvio por representar alegóricamente la peste), hizo estremecer a todos los presentes, no sólo por su caprichosa elección, sino también por el temor a que fuese un intruso. Un joven audaz se acerca por fin al rojo enmascarado y, con un brusco tirón, le retira el sombrero y el velo del rostro. Estaba vacío.

Pero nuestros cráneos no están vacíos. Y, sin embargo, lo que en ellos encontramos no es (a pesar de lo mucho que nos interesa) nada comparado con la vida y las emociones del alma.

Esto puede trastornarnos en un principio. Pero a mí me parece, pensándolo más profundamente, más bien un consuelo. Cuando nos enfrentamos con el cuerpo de un ser querido cuya pérdida nos apena, ¿no es más consolador pensar que aquel cuerpo no fue nunca en realidad el asiento de su personalidad, si no tan sólo el símbolo de una «referencia a efectos prácticos»?

Deseo hacer un apéndice a estas consideraciones para aquéllos que se interesan especialmente por la Física, deseosos quizá de que me pronuncie sobre la cuestión del sujeto y el objeto, una cuestión revalorizada por la escuela predominante en mecánica cuántica, cuyos protagonistas son Niels Bohr, Werner Heisenberg, Max Born y otros. Permítaseme primero hacer una breve descripción de sus ideas. Son las que siguen[6]:

> No podemos hacer afirmación fáctica alguna sobre un objeto natural determinado (o sistema físico) sin «acceder a su contacto». Este contacto es una interacción física real. Incluso para que «veamos un objeto» se necesita que éste reciba el impacto de rayos de luz y los refleje hasta mi ojo o hasta algún instrumento de observación. Esto significa que nuestra observación afecta al objeto. No es posible obtener conocimiento sobre un objeto si se lo mantiene estrictamente aislado. La teoría afirma que esta perturbación no es irrelevante ni completamente controlada. Es decir, tras cualquier número de cuidadosas observaciones, el objeto queda en un estado del que se conocen ciertas cosas (las últimas observadas), pero otras (las interferidas por la última observación) no se conocen o no lo son con precisión. Así se explica el porqué no es posible dar una descripción completa de cualquier objeto físico.

Conceder una cosa así —y posiblemente no quede otro remedio— es precipitarse contra el principio de comprensibilidad de la Naturaleza. Esto

no es, de por sí, una deshonra. Decía antes que mis dos principios no deben tomarse como obligatorios para la Ciencia; en realidad, sólo expresan lo que la Física ha aceptado tácitamente durante siglos, algo difícil de cambiar. Personalmente no estoy seguro de que nuestro actual conocimiento haya reclamado el cambio hasta ahora. Creo que pueden modificarse los modelos de tal manera que nunca exhiban propiedades que, en principio, no puedan observarse simultáneamente —modelos pobres en propiedades simultáneas, pero más ricos en su adaptabilidad a los cambios del entorno. Esto es, sin embargo, una cuestión interna de la Física, que no vamos a resolver aquí ni ahora. Pero de la teoría expuesta más arriba (de la interferencia inevitable e incontrolable entre los aparatos de medida y el objeto de observación) se han extraído notables consecuencias epistemológicas sobre la relación entre sujeto y objeto. Hoy se mantiene que los recientes descubrimientos de la Física han hecho avanzar la misteriosa frontera que separa el sujeto del objeto, una frontera que, como hemos visto, no es en absoluto nítida. Tendemos a creer que no podemos observar un objeto sin que su estado se vea modificado o matizado por la propia acción de observar. Tendemos a creer que la misteriosa frontera entre sujeto y objeto se rompe bajo el impacto de nuestros refinados métodos de observación y de la reflexión que sigue a los resultados de nuestros experimentos.

Para hacer una crítica de estas pretensiones, déjenme admitir la discriminación entre sujeto y objeto que el tiempo ha consagrado, es decir, la distinción aceptada por pensadores de épocas antiguas, todavía admitida en épocas recientes. Entre los filósofos que la admitieron (desde Demócrito de Abdera hasta «el anciano de Königsberg[7]») hubo muy pocos que no insistieran en el carácter fuertemente personal y subjetivo de nuestras sensaciones, percepciones y observaciones, que no expresaran la naturaleza de «la cosa en sí», para utilizar el término de Kant. Algunos de estos pensadores tenían en mente una distorsión más o menos fuerte, mientras que Kant nos viene con una resignación total: nunca sabremos absolutamente nada de «la cosa en sí». Vemos entonces que la subjetividad es, al parecer, una idea muy antigua y familiar. He aquí lo nuevo del actual planteamiento: no son sólo las impresiones que nos llegan del entorno las que dependen en gran manera del carácter y del estado contigente de

nuestro sistema sensorial, si no que también ocurre el proceso inverso, esto es, el entorno que deseamos comprender se ve modificado por nosotros, y en particular por los instrumentos que diseñamos para observarlo.

Quizá sea así (y hasta cierto punto ciertamente lo es). Quizá las recién descubiertas leyes de la Física cuántica determinen que esta modificación no puede reducirse por debajo de ciertos límites bien establecidos. Pero, a pesar de ello, yo no calificaría esta circunstancia como una influencia directa del sujeto sobre el objeto. Pues el sujeto es, en todo caso, el ente que siente y piensa. Las sensaciones y pensamientos no pertenecen al «mundo de la energía», no pueden producir el menor cambio en este mundo de energía, tal como sabemos de Spinoza y de Sir Charles Sherrington.

Todo ello parte del supuesto de que aceptamos la discriminación entre sujeto y objeto consagrada por el tiempo. Y, a pesar de que debemos aceptarla como «referencia práctica» para la vida cotidiana, pienso que hay que excluirla del pensamiento filosófico. Su rígida y lógica consecuencia fue revelada por Kant: la sublime, pero vacía, idea de la «cosa en sí» sobre la que nunca sabremos nada.

Mi mente y el mundo están compuestos por los mismos elementos. Lo mismo ocurre para todas las mentes y sus respectivos mundos, a pesar de la insondable abundancia de interacciones mutuas. El mundo me es dado de una sola vez: no uno existente y otro percibido. Sujeto y objeto son una sola cosa.

Y no podemos decir que la barrera que los separa se ha roto como consecuencia de la experiencia reciente en la Física, porque esa barrera no existe.

La paradoja aritmética: la unicidad de la mente

La razón por la que no podemos encontrar nuestro ego sensible perceptor y pensante en lugar alguno de nuestra imagen científica del mundo puede expresarse fácilmente en siete palabras: porque esta imagen es la mente misma. Es idéntica al todo por lo que no puede estar contenido en él como una de sus partes. Pero, claro, aquí nos topamos con la paradoja aritmética; parece haber una gran multitud de egos conscientes y, sin embargo, el mundo es uno solo. Esto es consecuencia de la manera por la que el concepto «mundo» se produce a sí mismo. Los varios dominios de conciencia «privada» se superponen parcialmente. La región común de esta superposición es la elaboración que damos en llamar «mundo real que nos rodea». Nos queda, con todo, una sensación incómoda que hacen surgir preguntas como las que siguen: ¿es en verdad mi mundo el mismo que el tuyo? ¿Existe *un* mundo real que debamos distinguir de las imágenes que la percepción inyecta en nosotros? Y, si es así, ¿representan bien al mundo estas imágenes? ¿No será quizás el mundo «en sí mismo» muy distinto al que percibimos?

Se trata de preguntas ingeniosas pero, en mi opinión, muy susceptibles de confundir la cuestión. No tienen respuestas adecuadas. Todas ellas son (o conducen a) contradicciones que manan de una misma fuente, una fuente que yo he llamado la paradoja matemática; los muchos egos conscientes con cuyas experiencias mentales se confeccionan un mundo único. Resolver esta paradoja serviría para acabar con preguntas como las mencionadas y, me atrevería a decir, para demostrar que, en realidad, son preguntas falsas.

Existen dos salidas para esta paradoja, ambas un tanto caprichosas para el pensamiento científico actual (pensamiento basado en el antiguo griego y, por lo tanto, profundamente «occidental»). Una es la tímida doctrina de las mónadas de Leibniz: cada mónada es un mundo de por sí sin comunicación con las demás; la mónada «no tiene ventanas», está «incomunicada». El hecho de que, a pesar de todo, exista acuerdo entre ellas se llama «armonía preestablecida». Creo que son pocos los que se sienten atraídos por semejante sugerencia, y menos los que piensan que ésta supone el menor alivio para la contradicción numérica.

Sólo hay obviamente una alternativa, a saber, la unificación de mentes y conciencias. Su multiplicidad es sólo aparente, en realidad sólo existe una única mente. Ésta es la doctrina de las Upanisad. Y no sólo de ellas. La unión con Dios, experimentada místicamente, supone generalmente esta actitud, excepto si se opone a fuertes prejuicios; y esto explica que en Occidente se acepte menos que en Oriente. Citaré como ejemplo (fuera de las Upanisad) a un místico de la Persia islámica del siglo XIII, Aziz Nasafi. Lo tomo de un artículo de Fritz Meyer[8]:

> Cuando muere una criatura viviente, su espíritu vuelve al mundo espiritual y el cuerpo al mundo corpóreo. Pero, en este proceso, sólo los cuerpos están sujetos al cambio. El mundo espiritual es un espíritu único que está detrás del mundo corpóreo como una luz y que, cuando una criatura viva accede a la existencia, luce a su través como a través de una ventana. Y en el mundo entra más o menos luz según sea la clase y el tamaño de la ventana. Pero la luz en sí no cambia.

Hace diez años Aldous Huxley publicó un precioso volumen que llamó *The perennial Philosophy*[9], una antología de los místicos de las épocas y los pueblos más variados. Se abra por donde se abra este libro, encontraremos declaraciones parecidas. Sorprende la milagrosa coincidencia entre seres humanos de diferentes razas y religiones (que nada sabían de su mutua existencia), separados por siglos y milenios y por las mayores distancias del planeta.

De todos modos, debemos insistir en que estas doctrinas tienen poco atractivo para el pensamiento occidental; se nos antojan indigeribles, las tildamos de no científicas y de fantásticas. Bien, así es, porque nuestra ciencia —la ciencia de Grecia— se basa en la objetivización, por lo que se ha privado a sí misma de una comprensión adecuada del sujeto del

conocimiento, de la mente. Pero creo que éste es precisamente el punto de nuestra manera de pensar que debemos enmendar, quizá con la transfusión de una gota de sangre de pensamiento oriental. No será nada fácil, debemos tener cuidado con no dar un patinazo (las transfusiones de sangre necesitan siempre gran precaución para prevenir posibles embolias). No querremos perder la precisión lógica que ha alcanzado nuestro pensamiento científico y que no tiene parangón en lugar ni época algunos.

Una cosa, sin embargo, puede afirmarse en favor de la enseñanza mística de la identidad de todas las mentes entre sí y con la mente suprema —y en contra de la tímida doctrina de las mónadas de Leibniz. La doctrina de la identidad puede afirmar su íntima relación con el hecho empírico de que la conciencia nunca se experimenta en plural, sólo en singular. No sólo nadie nunca ha experimentado más de una conciencia, sino que no existe huella de la evidencia circunstancial de que ello haya jamás ocurrido en el mundo. Decir que no puede existir más de una conciencia en una misma mente parece una tosca tautología (somos casi incapaces de imaginar lo contrario).

Sin embargo, existen casos y situaciones en los que estaríamos dispuestos a suponer, y casi a afirmar, que estas cosas inimaginables ocurren, si ello es de alguna forma posible. Éste es el punto que deseo discutir ahora con cierto detalle, relacionándolo con citas de Sir Charles Sherrington que fue a la vez (¡cosa rara!) un hombre de enorme genio y un científico sensato. Por lo que sé, no tuvo especial predisposición hacia la filosofía de las Upanisad. Mi propósito en esta discusión es contribuir quizás a clarificar un camino para una futura asimilación de la doctrina de la identidad con nuestra propia visión del mundo científico, sin tener que pagar por ello una pérdida de sensatez y precisión lógica.

Acabo de señalar que ni siquiera podemos imaginar una pluralidad de conciencias en una misma mente. Podemos pronunciar muy bien estas palabras, pero no representan la descripción de una experiencia imaginable. Incluso en los casos patológicos de un «desdoblamiento de personalidad», las dos personas se alternan, nunca se manifiestan a la vez; ésta es

precisamente la característica principal: ninguna de las dos sabe nada acerca de la otra.

El sueño es como un teatro de marionetas en el que manejamos los hilos de bastantes actores, controlamos sus acciones y sus discursos, pero no somos conscientes de ello. Sólo uno de ellos soy yo mismo, el que sueña. Yo puedo actuar y hablar inmediatamente en el papel de un personaje, mientras puedo estar esperando, impaciente y ansioso, lo que otro pueda replicar, pendiente de si va a satisfacer o no mi urgente demanda. Y puedo obligarle a hacer y a decir lo que me apetezca para que nada me ocurra. Pues, en un sueño de esta clase, el «otro» es sobre todo la imitación de algún obstáculo que se cruza en mi vida real y sobre el que no tengo en realidad control alguno. La extraña situación que aquí hemos descrito explica obviamente la firme creencia de casi todos los pueblos antiguos cuando creen que se comunican realmente con las personas, vivas o muertas o, quizá, con los héroes y los dioses que aparecían en sus sueños. Es una superstición que muere con dificultad. A finales del siglo VI a. C., Heráclito de Efeso se pronunció definitivamente en contra, con una claridad no muy frecuente en sus, a veces, muy oscuros pensamientos. Pero Lucrecio Carus, que se consideraba a sí mismo el protagonista de un pensamiento iluminado, todavía mantenía esta superstición en el siglo V a. C. En nuestros días, probablemente sea muy rara, pero dudo de que esté completamente extinguida.

Permítaseme derivar hacia un tema muy distinto. Creo que es del todo imposible hacerse una idea sobre si, por ejemplo, mi propia mente consciente (que yo siento como *única*) se originó por integración de las consciencias de las células (o de alguna de ellas) que forman mi cuerpo o si es, en cada momento de mi vida, su resultante última. Uno tiende a pensar que tal «república de células» (que todos somos) representaría la ocasión *par excellence* para que la mente exhibiera, si ello fuese posible, un carácter de pluralidad. La expresión «república» o «estado de células» (*Zellstaat*) ya no se considera actualmente como una metáfora. Oigamos a Sherrington:

Declarar que cada una de las células que integran nuestro cuerpo es una vida individual autocentrada no es una mera frase. No se trata de un simple acuerdo con propósitos descriptivos. La célula como componente del cuerpo no es sólo una unidad visiblemente delimitada, sino una unidad

de vida centrada en sí misma. Controla su propia vida. La célula es una unidad de vida, y nuestra vida, que es también una vida unitaria, se compone a su vez de vidas celulares[10].

Pero podemos seguir esta descripción con mucho más detalle. Las investigaciones fisiológicas de la percepción y de la patología cerebral hablan inequívocamente de un sensorio dividido en regiones de sorprendente independencia, y ello sugeriría que estas regiones pueden asociarse con dominios independientes de la mente. No es así. He aquí un ejemplo especialmente característico. Si miramos un paisaje lejano, primero con los dos ojos, luego con el derecho cerrando el izquierdo y luego con el izquierdo cerrando el derecho, no apreciaremos diferencias notables. En los tres casos, el espacio físico visual es exactamente el mismo. Pero esto puede deberse muy bien a que el estímulo se transmite de las correspondientes terminaciones nerviosas de la retina a un mismo centro cerebral donde «fabrica la percepción». Lo mismo ocurre en mi casa, en la que tanto el pulsador de la puerta de la entrada como otro del dormitorio de mi mujer activan un mismo timbre situado en la cocina. Ésta sería la explicación más sencilla; pero es falsa.

Sherrington nos habla de experimentos muy interesantes sobre la frecuencia umbral de centelleo. Trataré de exponerlos lo más brevemente posible. Supongamos una bombilla pequeña instalada en el laboratorio que centellea con una alta frecuencia, digamos 40, 60, 80 ó 100 destellos por segundo. Al aumentar la frecuencia llega un momento en que el centelleo desaparece, es decir, para una frecuencia determinada (que depende de detalles experimentales), el observador, que mira con ambos ojos, ve una luz continua [11]. Supongamos que tal frecuencia es de 60 por segundo en determinadas circunstancias. Hagamos una segunda experiencia idéntica, salvo que ahora un dispositivo especial hace que el ojo derecho vea sólo uno de cada dos destellos, mientras que los restantes llegan al izquierdo. De esta manera cada ojo recibe sólo 30 destellos por segundo. Si el estímulo se recibiera en el mismo centro fisiológico, no debería presentarse diferencia alguna: si pulso el botón de la entrada a razón de una vez cada dos segundos, y mi mujer hace lo propio desde su dormitorio, pero alternativamente con respecto a mí, entonces el timbre de la cocina sonaría cada segundo, es decir, exactamente lo que ocurriría si uno de los dos tocase

su botón cada segundo (o si los dos lo hiciéramos simultáneamente). Sin embargo, no es eso lo que ocurre en la segunda experiencia con la bombilla. Treinta destellos en el ojo derecho alternando con treinta en el izquierdo están muy lejos de eliminar la sensación de centelleo; para ello se necesita una frecuencia doble, es decir, sesenta en cada ojo, si los dos están abiertos. Veamos la conclusión en palabras del propio Sherrington:

Las dos entradas de información no se combinan por una conjugación espacial del mecanismo cerebral… Es como si las imágenes de cada ojo fuesen recogidas por observadores distintos cuyas mentes fuesen luego fundidas en una sola. Es como si las percepciones de cada ojo se elaborasen por separado para fundirse luego psíquicamente en una unidad. Es como si cada ojo tuviera su propio sensorio independiente, de una considerable dignidad, lo que sirve para que se desarrollen ciertos procesos mentales hasta niveles de total percepción. Esto equivaldría fisiológicamente a un sub−cerebro visual. Habría dos sub−cerebros, uno para cada ojo. Su colaboración mental sería proporcionada más por una contemporaneidad de acción que por una unión estructural.

Siguen consideraciones muy generales de las que de nuevo extraigo sólo los puntos más característicos:

¿Se basan pues estos subcerebros cuasi-independientes en los varios tipos de sentidos? Los «cinco» sentidos clásicos, en lugar de estar intrincadamente unidos en la corteza del cerebro y sumergidos en complicados mecanismos de su interior, resultan fáciles de localizar en zonas bien diferenciadas. ¿Hasta qué punto será la mente una colección de mentes perceptoras cuasi-independientes, muy integradas psíquicamente por la concurrencia temporal de la experiencia?… Cuando se trata de la «mente», el sistema nervioso no se integra mediante una centralización en torno a una célula pontificia. Se trata más bien de una democracia un millón de veces múltiple, cuya unidad es la célula… la vida concreta compuesta de sub-vidas revela, aunque integrada, su carácter aditivo y se manifiesta como una entidad de minúsculos focos de vida que actúan juntos… Pero, cuando consideramos la mente, nada de eso ocurre. La célula nerviosa individual no es nunca un cerebro en miniatura. La constitución celular del cuerpo no necesita depender lo más mínimo de la mente. Una célula-cerebro central no podría asegurar a la reacción mental un carácter más unificado y no atómico como lo hace la multitudinaria capa de células de la corteza cerebral. La materia y la energía parecen poseer una estructura granular, y así ocurre con «la vida», pero no con la mente.

He reproducido los pasajes que más me han impresionado. Sherrington, con su superior conocimiento de lo que realmente ocurre en un cuerpo vivo, parece luchar con una paradoja que (en su ingenuidad y total sinceridad intelectual) no trata de eludir ni resolver, sino que la plantea así, brutalmente, consciente de que es la única forma de conducir un problema de la Ciencia o la Filosofía hacia su solución; y no plasmando frases «bonitas», que es cómo se evita el progreso y es la manera de eternizar las contradicciones (no para siempre, sino hasta que alguien detecte el fraude).

La paradoja de Sherrington también es una paradoja numérica, una paradoja de números, y tiene mucho que ver, creo, con la que así he bautizado al principio del capítulo, aunque en ningún modo es idéntica a aquélla. La primera consistía en *un* mundo resultante de la cristalización de muchas mentes. La de Sherrington es *una* mente basada aparentemente en muchas células vivas o, si se quiere, en una multiplicidad de sub-cerebros, cada uno de los cuales con una dignidad propia aparente, tan considerable que tendemos a asociarle una sub-mente. Pero sabemos que una sub-mente es una monstruosidad tan atroz como una mente plural (no hay el menor indicio en la experiencia del cuerpo, ni forma de imaginar estas mentes).

Me permito pronosticar que las dos paradojas serán resueltas (no pretendo resolverlas aquí y ahora) si asimilamos la doctrina de la identidad oriental a nuestra ciencia occidental. La mente es, por su propia naturaleza, un *singulare-tantum*. Yo diría: todas las mentes son una sola. Me atrevo a considerarla indestructible, ya que tiene una peculiar tabla de tiempos, esto es, para la mente es siempre *ahora*. No existe, en realidad, el antes y el después para la mente. Sólo existe un ahora que incluye memorias y expectativas. Pero doy por seguro que nuestro lenguaje es incapaz de expresar esta cuestión y también afirmo, por si alguien así desea decirlo, que estoy hablando ya de Religión, no de Ciencia; pero de una Religión que no se opone a la Ciencia, sino que se sustenta en todo aquello que la investigación científica desinteresada ha traído a la palestra.

Dice Sherrington: «La mente del hombre es un producto reciente de esta parte del planeta[12]».

Estoy de acuerdo, naturalmente. Si omitiéramos la segunda palabra («del hombre»), ya no lo estaría. Hemos tratado antes este asunto en el capítulo primero. Sería extraño, por no decir ridículo, pensar que la mente consciente y contempladora, que sólo refleja el devenir del mundo, haya aparecido en un instante determinado durante el curso de este «devenir», pensar que haya aparecido por azar, asociado a cierto artilugio biológico especial con la misión de facilitar que ciertas formas de vida se mantengan a sí mismas (favoreciendo así su conservación y propagación): formas de vida tardías y precedidas de muchas otras que se han conservado sin el concurso de semejante peculiar artilugio (el cerebro). Sólo unas pocas (si

contamos por especies) se han embarcado en «conseguir un cerebro». Y antes de que esto sucediera, ¿había una función en un teatro vacío? Más aún, ¿podemos apelar a un mundo que nadie ha contemplado? Cuando un arqueólogo reconstruye una ciudad, o una cultura de tiempos muy lejanos, se interesa por la vida humana del pasado, por los actos, sensaciones, pensamientos, sentimientos, gozos o penas que se manifestaron allí, entonces. Pero un mundo que ha existido durante muchos millones de años sin que ninguna mente lo contemple ni tenga noticia de él, ¿significa algo? ¿Ha existido? Pues no debemos olvidar esto: decir, como hemos dicho, que el devenir del mundo se refleja en la mente consciente no es sino un cliché, una frase, una metáfora que se nos ha hecho familiar. El mundo sólo se da una vez. Nada se refleja. El original y la imagen especular son idénticas. El mundo que se extiende en el espacio y en el tiempo no es sino una representación nuestra (*Vorstellung*). La experiencia no nos proporciona el menor indicio sobre si hay algo detrás de ella (como Berkeley sabía muy bien).

Pero la novela de un mundo anterior, que ha existido durante millones de años y que ha producido cerebros en los que mirarse, tiene una continuación casi trágica que describiré utilizando de nuevo las palabras de Sherrington:

> Decimos que el universo de la energía degenera. Tiende fatalmente hacia un equilibrio que será final. Un equilibrio en el que la vida no puede existir. Pero la vida evoluciona sin pausa. Nuestro planeta la ha evolucionado y la sigue evolucionando en su girar. Y, con ella, evoluciona la mente. Si la mente no es un sistema de energía, ¿cómo puede ser afectada por la degeneración del universo?; ¿puede salir ilesa? Hasta donde sabemos, la mente finita siempre se asocia al funcionamiento de un sistema energético. Cuando este sistema energético deje de funcionar, ¿qué será de la mente?; ¿estará entonces el universo, elaborador de la mente y por ella elaborado, en peligro[13]?

Estas consideraciones son de alguna manera desconcertantes. Lo cual nos deja perplejos en el curioso doble papel que desempeña la mente. Por un lado, es el escenario, el único en el que se representa el proceso universal global, o el recipiente que lo contiene todo y fuera del cual no hay nada. Por otro, alimentamos la sensación, quizá la engañosa sensación, de que, dentro de este bullicioso mundo, la mente consciente se aloja en ciertos órganos muy particulares (los cerebros), los cuales —aunque sin duda los ingenios más interesantes de la Fisiología animal y vegetal— no son sin

embargo únicos, no son *sui generis*; pues muchos de ellos no sirven, después de todo, sino para mantener las vidas de sus propietarios, y a ello se deben como producto de una especialización por selección natural.

Muchas veces el pintor introduce conscientemente en sus grandes cuadros, y el poeta en sus largos poemas, un elemento subordinado que es él mismo. Así, el poeta de la *Odisea* se representa a sí mismo, creo, en el bardo ciego que canta las batallas de Troya que conmueven al héroe maltrecho. Lo mismo ocurre con la canción de los Nibelungos, en la que nos encontramos (cuando aquéllos atraviesan las tierras de Austria) con un poeta sospechoso de ser el autor de toda la épica. En el cuadro de Durero, *Adoración de la Santísima Trinidad*, dos corros de creyentes se han reunido para orar en tomo de la Trinidad que aparece suspendida en los cielos, un corro de santos en lo alto y uno de humanos en el suelo. Entre estos últimos hay reyes, emperadores y papas, pero también, si no me equivoco, el retrato del propio artista, una humilde figura marginal de la que se podría muy bien prescindir.

Creo que es el mejor símil del sorprendente doble papel de la mente. La mente es, por un lado, el artista que ha producido el todo; sin embargo, en la obra terminada no es sino un accesorio insignificante que puede omitirse sin que por ello el efecto total pierda el menor mérito.

Dicho sin metáforas, debemos afirmar que estamos ante una de esas contradicciones que surgen porque no hemos conseguido elaborar una imagen comprensible del mundo sin retirar de él nuestra propia mente, la mente creadora de esa imagen, por lo que la mente no tiene lugar en aquélla. El intento de presionar su introducción produce necesariamente algunos absurdos.

He comentado antes que, por esta misma razón, la imagen del mundo físico carece de todas las cualidades sensoriales que forman el Sujeto del Conocimiento. El modelo es incoloro, mudo e intocable. El mundo de la Ciencia carece, del mismo modo y por la misma razón, de todo aquello que tenga que ver con el Sujeto que percibe, siente y contempla conscientemente. Me refiero, en primer lugar, a los valores éticos y estéticos, a los valores de todo tipo, a todo aquello relacionado con el significado y alcance de la imagen global. Todo ello no sólo está ausente,

sino que, desde el punto de vista puramente científico, no puede insertarse orgánicamente. Si lo intentamos, como haría un niño que pinta copias para colorear, no se ajustará. Pues, cualesquiera que sean estas introducciones, el modelo del mundo toma la forma, se quiera o no, de afirmación científica de los hechos; y, como tal, el mundo se convierte en falso.

La vida es valiosa en sí. «Respetad la vida» así formuló Albert Schweitzer el mandamiento fundamental de la Etica. La Naturaleza no reverencia la vida. La Naturaleza trata a la vida como si fuese la cosa menos valiosa del mundo. Parte de la diversidad millonaria producida se aniquila rápidamente en forma de presa para alimentar otra vida. Éste es precisamente el método maestro para producir formas de vida siempre nuevas. «¡No torturarás, no inflingirás penas!». La Naturaleza ignora este mandamiento. Sus criaturas dependen de la atrocidad de una contienda eterna.

«No existe nada bueno ni malo, excepto en el pensamiento». Ningún acontecer natural es de por sí bueno o malo, ni es de por sí hermoso o feo. No existen valores, ni significados particulares, ni finalidad. La Naturaleza no actúa movida por propósitos. Cuando, en alemán, hablamos de la adaptación intencionada (*Zweckmässig*) de un organismo a su entorno, sabemos que se trata sólo de una forma conveniente para hablar. Nos equivocamos en el marco de nuestra propia imagen del mundo. En ella, sólo existe la relación casual.

Lo más penoso es el absoluto silencio de nuestras investigaciones científicas con respecto a nuestras preguntas sobre el alcance y significado de la imagen global. Cuanto más atentamente la observamos, más absurda y sin sentido se nos antoja. El espectáculo que se desarrolla sólo adquiere sentido con respecto a la mente que la contempla. Pero lo que la Ciencia nos dice de esta relación es evidentemente absurdo: como si la mente hubiese sido creada por esta imagen que ahora está observando y fuera a desaparecer con ella, cuando el sol finalmente se enfríe y la tierra se haya convertido en un desierto de hielo y nieve.

Permítaseme decir que el notorio ateísmo de la Ciencia surge, claro, de esta misma circunstancia. La Ciencia debe sufrir este reproche una y otra vez, pero injustamente. Ningún dios personal puede formar parte de un

modelo del mundo que sólo se ha hecho accesible a costa de despojarlo de todo lo que es personal. Sabemos que experimentar a Dios es un hecho tan real como la percepción inmediata de un sentido o de nuestra propia personalidad. Yo no encuentro a Dios en lugar alguno del espacio o del tiempo, así hablaría el naturalista honesto. Por esto es acusado por aquéllos en cuyo catequismo está escrito: Dios es espíritu.

Ciencia y religión

¿Puede la Ciencia aportar información en materia de Religión? ¿Pueden los resultados de la investigación científica ser de alguna ayuda para conseguir una actitud razonable y satisfactoria frente a estas cuestiones ardientes que a todos nos asaltan en algún momento? Algunos de nosotros, en una juventud particularmente sana y feliz, hemos conseguido alejarlas por largos períodos de tiempo; otros, en edad avanzada, se han convencido de que no existe respuesta y se han resignado a renunciar, mientras que otros se han obsesionado con esta incongruencia durante toda la vida, preocupados con serios temores aumentados por la superstición popular y tradicional. Me refiero sobre todo a las cuestiones del «otro mundo», a la «vida después de la muerte» y todo lo que se relaciona con ello. No se crea por favor que voy a intentar contestar a *estas* cuestiones, sino tan sólo a la más modesta, es decir, discutir hasta dónde puede la Ciencia aportar información o ayudarnos a reflexionar sobre ellas, dado que somos muchos los que no podemos evitarlas.

Para empezar, la Ciencia puede, aunque de manera muy primitiva, ayudamos con estas cuestiones. Veamos un ejemplo. Recuerdo antiguos grabados y mapas geográficos del mundo que representaban el infierno, el purgatorio y el cielo, el primero situado profundamente bajo tierra, el último en lo alto de los cielos. Estas representaciones no eran simples alegorías (como podían serlo, en períodos posteriores, por ejemplo, la famosa Adoración a la Santísima Trinidad de Durero) y son testimonio de una tosca creencia bastante popular en la época. Naturalmente, ninguna Iglesia exige de la fe una interpretación tan materialista de sus dogmas,

incluso desalentaría seriamente semejante actitud. Este progreso ha sido ciertamente favorecido por nuestro conocimiento del interior del planeta (aunque sea escaso), de la naturaleza de los volcanes, de la composición de nuestra atmósfera, de la probable historia del sistema solar y de la estructura de la galaxia y del universo. No hay persona cultivada que espere encontrar estas quimeras dogmáticas en alguna parte del espacio accesible a nuestras investigaciones, ni siquiera, me atrevería a decir, en las regiones que continúan ese espacio, pero que son inaccesibles a la investigación; todo hombre culto les daría, incluso en el caso de que esté convencido de su realidad, un carácter espiritual. No pretendo decir con esto que las personas profundamente religiosas deban estar a la espera de estos logros de la Ciencia, pero no hay duda de que han colaborado a erradicar la superstición materialista de estas cuestiones.

Sin embargo, esto se refiere a un estado bastante primitivo de la mente. Existen puntos de mayor interés. Las contribuciones más importantes de la Ciencia para vencer las misteriosas preguntas: ¿quiénes somos realmente?, ¿de dónde vengo y adónde voy? —o al menos para que nuestras mentes se tranquilicen—, digo, la ayuda más apreciable de la Ciencia acaso sea la idealización gradual del tiempo. Tres nombres se imponen en este tema (aunque muchos otros, incluyendo no científicos, han alcanzado una importancia del mismo calibre como San Agustín de Hipona y Boecio); los tres nombres son Platón, Kant y Einstein.

Los dos primeros no fueron científicos, pero su penetrante dedicación a las cuestiones filosóficas, su interés absorbente por el mundo dieron lugar a la Ciencia. Platón partió de las Matemáticas y de Geometría (la conjunción «y» estaría hoy fuera de lugar, pero no lo está, creo, en este caso). ¿Qué es lo que ha distinguido la obra de Platón para que su esplendor se mantenga después de más de dos mil años? Por lo que sabemos, no nos descubrimientos especiales sobre números ni figuras geométricas. Su comprensión del mundo material de la Física y de la vida es a veces fantástico e inferior, en conjunto, a los de otros (los sabios desde Tales a Demócrito) que vivieron, algunos de ellos, más de un siglo, en tiempos anteriores al suyo; en el conocimiento de la Naturaleza fue ampliamente superado por su discípulo Aristóteles y por Teofrasto. Casi todos los largos

pasajes de sus diálogos dan la impresión de ser gratuitos juegos de palabras. No hay intención de definir el significado de una palabra, sino más bien la creencia de que la propia palabra acabará por descubrir su contenido, si le damos suficientes vueltas. Su utopía social y política, que le puso en grave peligro cuando intentó promocionarla para la práctica, tiene pocos admiradores hoy en día. ¿A qué se debe, entonces, su fama?

Se debe, en mi opinión, a que fue el primero en vislumbrar la idea de una existencia sin tiempo y en recalcarla —contra la Razón— como una realidad más real que nuestra auténtica experiencia; ésta, dijo, no es más que una sombra de la primera; toda realidad experimentada se toma de aquélla. Me refiero a la teoría de las formas (o de las ideas). ¿Cuál fue su origen? No cabe duda de que ésta germinó gracias a las enseñanzas de Parménides y de los Eleáticos. Pero igualmente obvio es que Platón encontró con ello una vena viva y atractiva —algo muy en la línea del hermoso símil de Platón según el cual aprender por la razón equivale a recordar un conocimiento, previamente poseído pero latente, y no tanto el camino hacia verdades enteramente nuevas. Sin embargo, el Ser eterno, omnipotente y único de Parmenides se convirtió, en la mente de Platón, en un pensamiento mucho más potente, la Esfera de las Ideas, que apela a la imaginación aunque permanece necesariamente en el misterio. Pero este pensamiento saltó, creo, de una experiencia muy real, por la admiración y respeto que en él despertaron las revelaciones en el dominio de los números y de las figuras geométricas. Lo mismo había ocurrido antes con los pitagóricos y había de ocurrir luego con otros muchos. Reconoció y asimiló profundamente en su mente la Naturaleza de estas revelaciones (que se desarrollaron por un razonamiento puramente lógico) y nos enseñó las relaciones verdaderas cuya verdad no es sólo irrebatible, sino que ahí está obviamente para siempre. Una verdad matemática es atemporal, no se asocia con el Ser por el hecho de ser descubierta. Pero su descubrimiento es un hecho muy real, puede ser una emoción similar a la de un premio gordo de la lotería.

Las tres alturas de un triángulo (ABC) se encuentran en un punto (O). (Altura es la perpendicular trazada desde un vértice hasta el lado opuesto o hasta su prolongación).

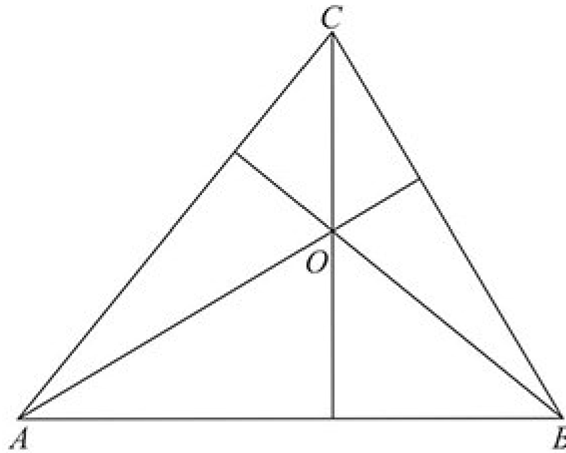


Fig. 1

A primera vista, no vemos la razón por la que esto deba ser así. Tres rectas *cualesquiera* no tienen por qué converger en un punto, en general forman un triángulo. Tracemos ahora una paralela a cada lado que pase por el vértice opuesto y formaremos un triángulo mayor A’B’C’. Éste se compone de cuatro triángulos semejantes[14]. Las tres alturas de ABC son, en A’B’C’, las perpendiculares que pasan por los puntos medios de los lados, «sus mediatrices». Ahora bien, la que pasa por C contiene todos los puntos que equidistan de A’ y B’; la que pasa por B contiene todos los puntos que equidistan de A’ y C’ Por lo tanto, el punto donde ambas se cortan debe equidistar de todos los vértices, A’, B’ y C’, por lo que deben pertenecer también a la perpendicular que pasa por A, ya que ésta contiene todos los puntos que equidistan de B’ y C’ Q.E.D.[15].

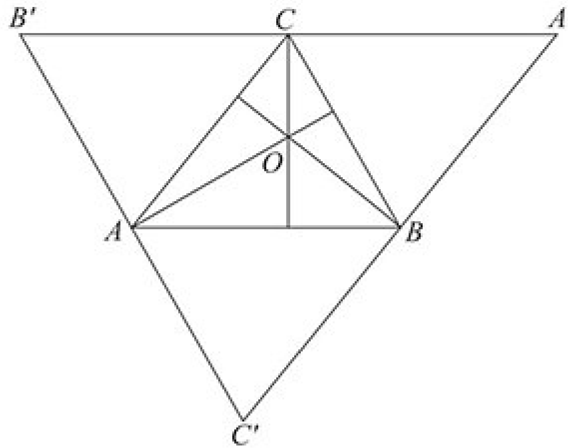


Fig. 2

Cada número entero, excepto el 1 y el 2, es el «punto medio» de dos números primos, o bien, su valor medio, por ejemplo:

$$8 = \tfrac{1}{2}(5 + 11) = \tfrac{1}{2}(3 + 13)$$
$$17 = \tfrac{1}{2}(3 + 31) = \tfrac{1}{2}(29 + 5) = \tfrac{1}{2}(23 + 11)$$
$$20 = \tfrac{1}{2}(11 + 29) = \tfrac{1}{2}(3 + 37)$$

En general existe, como vemos, más de una solución. Se trata del teorema de Goldbach; se supone que es cierto, aunque no ha sido demostrado.

Sumando los números consecutivos impares empezando por el uno (1 + 3 = 4; 1 + 3 + 5 = 9; 1 + 3 + 5 + 7 = 16), obtenemos siempre cuadrados perfectos[16] y, en efecto, por este procedimiento, se obtiene además el cuadrado del número de números impares que hemos sumado. Para captar la generalidad de esta relación sustituyamos en la suma aquellas parejas de sumandos que equidistan del centro (es decir, el primero y el último, el segundo y el penúltimo, etc.) por su media aritmética, que es evidentemente igual al número de sumandos. Para el último ejemplo sería:

$$4 + 4 + 4 + 4 = 4 \times 4$$

Ahora volvamos a Kant. Kant nos mostró la identidad del espacio y del tiempo, y que ello era fundamental, acaso lo más fundamental de su enseñanza. Esto, como casi toda su enseñanza, no puede ser ni comprobado

ni falseado, pero no por ello pierde interés (más bien gana; sería trivial si pudiese ser demostrado o refutado). Significa lo siguiente: el que algo se propague en el espacio o el que algo suceda en un tiempo bien definido de «antes y después», no es una cualidad del mundo que percibimos, sino que pertenece a la mente perceptora que (de algún modo en su situación actual) se ve incapaz de registrar nada de lo que se le ofrece si no es según este esquema espacio-temporal. Esto no quiere decir que la mente comprenda estos esquemas de orden sin la consideración previa de la experiencia, sino que no puede colaborar a su desarrollo ni a su aplicación a la experiencia, y, particularmente, que ello no prueba ni sugiere que el espacio y el tiempo constituyen un esquema de orden inherente a «la cosa en sí» que, como algunos creen, es causa de nuestra experiencia.

No es difícil tomar la postura de que esto es un disparate. Nadie puede hacer una distinción entre la esfera de sus percepciones y el mundo de las cosas que causa la primera, ya que, a pesar del conocimiento detallado que podemos adquirir de la historia global, la historia acontece sólo una vez, no dos veces. La duplicación es una alegoría, sugerida sobre todo por la comunicación con otros seres humanos e incluso con animales. En efecto, esta comunicación nos muestra que sus percepciones parecen, en la misma situación, muy similares a las propias, excepción hecha de algunas insignificantes diferencias en el punto de vista (en el sentido literal de «punto de proyección»). Pero aun suponiendo, como todos hacen, que esto nos obliga a considerar un mundo objetivamente existente como la causa de nuestras percepciones, ¿cómo asegurar en este mundo que un hecho común de toda nuestra experiencia se debe más a la constitución de nuestra mente, que a una cualidad compartida por todas esas cosas objetivamente existentes? Nuestras percepciones sensoriales constituyen, es cierto, nuestro único conocimiento sobre las cosas. El mundo objetivo se queda en una hipótesis, aunque ésta es natural. Si la adoptamos, ¿no será mucho más lógico atribuir a este mundo exterior, y no a nosotros mismos, todas estas características que las percepciones sensoriales en él encuentran?

Sin embargo, la suprema importancia de la afirmación de Kant no consiste precisamente en repartir los papeles de la mente y de sus objetivos —el mundo— en el proceso mediante el cual «la mente se forma una idea

del mundo», porque, como he señalado, difícilmente distinguiremos los dos conceptos. Lo grandioso es concebir la idea de que esa *cosa única* —mente o mundo— pueda ser capaz de otras formas de apariencia que no podemos captar y que no implican las nociones de espacio y tiempo. Esto supone una liberación impuesta a nuestros prejuicios habituales. Seguramente existen otros órdenes de apariencia aparte de los espacio-temporales. Schopenhauer fue el primero, creo, en saber detectar esto en Kant. Esta liberación abre el camino para creer, en el sentido religioso, sin tener que habérselas continuamente con los claros resultados que la inconfundible experiencia pronuncia sobre el mundo. Por ejemplo —para citar el caso más trascendente—, la experiencia, dado que la consideramos inconfundible, produce la convicción de que ella misma no puede sobrevivir a la destrucción del cuerpo, con cuya vida (tal como entendemos la vida) está inseparablemente ligada. Entonces, ¿no hay nada después de la vida? No. No en la forma necesariamente espacio-temporal de la experiencia. Pero, en un orden de apariencia en el que no juega el tiempo, esta noción de «después» carece de sentido. El pensamiento puro no puede, claro, brindamos una garantía de que algo así existe. Pero puede eliminar los obstáculos aparentes para que podamos concebirlo como posible. Esto es lo que Kant ha conseguido con sus análisis y esto es, para mí, su importancia filosófica.

Le toca ahora el turno a Einstein en este mismo contexto. La actitud de Kant con respecto a la Ciencia era increíblemente ingenua; véanse, si no, sus *Fundamentos metafísicos de la Ciencia*[17]. Aceptaba la Física en la forma que ésta había alcanzado durante su vida (1724-1804), como algo más o menos final, y se ocupaba de dar cuenta filosófica de sus leyes. Que esto le pasara a un gran genio debía ser una advertencia para todos los filósofos posteriores. Mostró claramente que el espacio era necesariamente infinito y creyó firmemente que, en la naturaleza de la mente humana, estaba el dotarla de las propiedades geométricas enunciadas por Euclides. Este espacio euclídeo cambió su configuración con el tiempo. Para Kant, como para cualquier físico de su época, espacio y tiempo eran dos conceptos enteramente distintos, por lo que no tuvo duda alguna a la hora de denominar el espacio como la forma de nuestra intuición externa, y el

tiempo como la forma de nuestra intuición interna (*Anschauung*). El reconocimiento de que el espacio infinito de Euclides no representa un camino necesario para observar el mundo de nuestra experiencia, y este espacio-tiempo, considerado como un continuo de cuatro dimensiones, parece pulverizar los fundamentos de Kant (aunque en verdad no afecta la parte más valiosa de su filosofía).

Este reconocimiento quedó para Einstein (y algunos otros, Lorentz, Poincaré y Minkowski, por ejemplo). El poderoso impacto, que sus descubrimientos tuvieron entre filósofos, hombres de la calle y amas de casa, se debe a que ellos mismos los trajeron a la palestra: incluso en el dominio de nuestra experiencia, las relaciones espacio-temporales son mucho más intrincadas de lo que Kant soñara y con esto estuvieron de acuerdo todos los físicos anteriores, hombres de la calle y amas de casa.

El impacto más fuerte de la nueva idea se produce en la anterior noción de tiempo. El tiempo es la noción del «antes y después». La nueva actitud surge de las dos raíces siguientes:

1.- La noción del «antes y después» reside en la relación de «causa y efecto». Sabemos, o al menos hemos concebido la idea de que un hecho A puede causar, o al menos modificar, otro hecho B, de forma que si A no fuera, entonces tampoco lo sería B, no al menos en esta forma modificada. Por ejemplo, cuando explota una granada, ésta mata al hombre que se sienta encima; la explosión se oye, además, en lugares distantes. La muerte puede ser simultánea con la explosión; no obstante, la recepción del sonido en un lugar distante ocurrirá más tarde, aunque no haya ciertamente efectos anteriores. He aquí un concepto básico; en efecto, en la vida cotidiana, lo utilizamos para decidir cuál de los dos hechos es posterior o, al menos, para decidir cuál de los dos no es anterior. La distinción se basa enteramente en la idea de que el efecto no puede preceder la causa. Si tenemos razones para pensar que B ha sido causado por A, o que al menos muestra vestigios de A, o incluso se concibe (de cierta evidencia circunstancial) que muestra estos vestigios, entonces se determina que B no puede ser anterior a A.

2.- Téngase esto presente. La segunda raíz es la evidencia (de la experiencia y de la observación) según la cual los efectos no se propagan a una velocidad arbitrariamente alta. Existe un límite superior fijado por la

velocidad de la luz en el vacío. Se trata de un valor muy grande a escala humana (siete vueltas a la tierra en un segundo). Muy grande, pero no infinito, llamémoslo c. Admitamos este hecho como fundamental en la Naturaleza. Resulta entonces que la distinción antes mencionada entre el «antes y el después» o entre el «anterior y posterior» (conceptos basados en la relación de causa-efecto) no puede aplicarse universalmente, falla en algunos casos. No es fácil de explicar sin recurrir al lenguaje matemático. No es que el esquema matemático sea tan complicado, sino que el lenguaje cotidiano está demasiado condicionado por la noción de tiempo, no puede usarse un verbo (*verbum*, «la palabra», en alemán: *Zeitwort*[18]) sin utilizarlo en uno u otro sentido.

La consideración más simple (aunque no del todo adecuada) es la que sigue. Sea un hecho A. Consideremos para cualquier instante posterior un hecho B, exterior a la esfera y con centro en A y radio *ct*. El hecho B no puede exhibir «vestigio» alguno de A ni, por supuesto, puede hacerlo A de 8. Nuestro criterio ha fallado. Hemos utilizado el lenguaje para decir que B es posterior. Pero ¿estamos en lo cierto en esto, si el criterio nos falla en cualquiera de los casos?

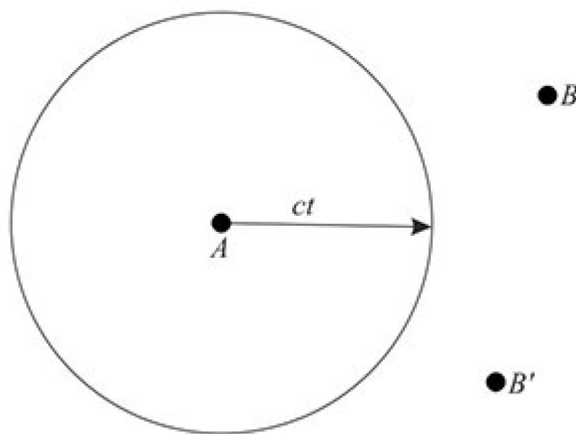


Fig. 3

Consideremos, para tiempos anteriores, un suceso B' fuera de la misma esfera. En este caso, como en el anterior, ningún vestigio de B' puede haber alcanzado a A (y, por supuesto, ninguno de A puede exhibirse en B').

En los dos casos existe la misma relación de mutua no-interferencia. No existe diferencia conceptual alguna entre dos clases de sucesos B y B’ con respecto a sus relaciones causa-efecto con A. Así, si queremos establecer esta relación, y no un prejuicio lingüístico (la base del «antes y después»), entonces B y B’ forman un solo tipo de hechos que no son ni anteriores ni posteriores a A. La región del espacio-tiempo ocupado por este tipo se llama «simultaneidad potencial» (con respecto al hecho A). Se emplea esta expresión porque siempre puede adoptarse un sistema espacio-temporal que haga A simultáneo con un B o B’ elegido en particular. Éste fue el descubrimiento de Einstein (conocido como la Teoría Especial de la Relatividad, 1905).

Todas estas cosas se han convertido en una realidad muy concreta para nosotros los físicos, las empleamos cada día en nuestro trabajo, del mismo modo que la tabla de multiplicar o el teorema de Pitágoras. A veces me maravillo del revuelo que han organizado entre el público en general y entre los filósofos. Supongo que la razón está en esto, en el derrocamiento del tiempo como rígido tirano, impuesto desde el exterior, en que nos hemos liberado de la indestructible regla del «antes y después». Pues, el tiempo es, en efecto, nuestro amo más severo al acotar aparentemente nuestra existencia dentro de estrechos límites (setenta u ochenta años). Poder jugar con ello, utilizando un programa maestro —que hasta entonces creíamos inaccesible—, poder jugar aunque sea modestamente, parece tener una gran importancia, parece alentar la idea de que la «tabla del tiempo» global no es seguramente tan seria como parecía a primera vista. Y esta idea es una idea religiosa; más aún, yo la llamaría *la* idea religiosa.

Einstein no ha refutado —como en ocasiones oímos— las profundas ideas de Kant sobre la idealización del espacio y del tiempo; ha dado, por el contrario, un gran paso hacia su consecución.

He hablado del impacto de Platón, Kant y Einstein desde el punto de vista de la Filosofía y de la Religión. Pero, entre Kant y Einstein, más o menos una generación antes del último, la Física fue testigo de un acontecimiento trascendental que en principio debería haber conmocionado también a filósofos, hombres de la calle y amas de casa, por lo menos (si no más) tanto como la Teoría de la Relatividad. Si no fue así, se debe, creo, al

hecho de que ello es aún más difícil de comprender; muy pocas de las personas de las anteriores categorías captaron las nuevas ideas, algún filósofo todo lo más. Este acontecimiento se asocia a los nombres del americano Willar Gibbs y del austríaco Ludwig Boltzmann. Quiero decir unas palabras sobre el tema.

El curso de los acontecimientos en la Naturaleza es, con raras excepciones (suponiendo que realmente lo sean), irreversible. Si intentamos imaginar una sucesión temporal de fenómenos exactamente opuesta a la sucesión que realmente observamos —una película proyectada en sentido contrario, por ejemplo—, veremos que esta sucesión invertida (aunque fácil de imaginar) entra en grave contradicción con las bien establecidas leyes de la Física.

El «tropismo» (*directness*) de todo acontecer se explicó mediante la teoría matemática o estadística del calor, una explicación que fue acogida como su logro más admirable. No puedo entrar aquí en los detalles de la teoría física, pero ello no es necesario para hacerse cargo de la esencia de esta explicación. Ésta sería muy pobre si la irreversibilidad hubiese sido introducida como una propiedad fundamental del mecanismo microscópico de los átomos y de las moléculas. No hubiese sido mejor que muchas explicaciones medievales puramente verbales como: el fuego está caliente a causa de su fogosa cualidad. No, según Boltzmann, estamos ante la tendencia natural de todo sistema a evolucionar desde un estado ordenado hacia otro menos ordenado, pero no en el sentido inverso. Consideremos como símil una baraja de cartas de juego que ordenamos cuidadosamente en la forma: 7, 8, 9, 10, sota, dama, rey y as de corazones, lo mismo con los tréboles, etc. Si barajamos una, dos o tres veces esta baraja bien ordenada, se convertirá en un conjunto gradualmente desordenado de cartas. Pero no se trata de una propiedad intrínseca del proceso de barajar. Puede pensarse perfectamente que, barajando el desordenado conjunto resultante, se consiga cancelar exactamente el efecto de la primera operación, con lo que se recuperaría el orden original. Sin embargo, todo el mundo se espera el primer proceso, nadie el segundo (haría falta esperar, en efecto, un tiempo muy largo para que ello ocurriese por azar).

Ésta es, pues, la esencia de la aplicación de Boltzmann sobre el carácter unidireccional de todo aquello que ocurre en la Naturaleza (incluyendo, claro, la historia de la vida de un organismo desde el nacimiento hasta la muerte). Su virtud más importante es que «la flecha del tiempo» (como Eddington la llamó) no tiene en cuenta los mecanismos concretos de interacción que, en nuestra analogía, se representa por el acto mecánico de barajar. Este acto, este mecanismo, está exento de toda noción de pasado y futuro, es completamente reversible, la «flecha» —la misma noción de pasado y futuro— resulta de consideraciones estadísticas. En nuestra analogía de las cartas, todo reside en que sólo hay una, o muy pocas agrupaciones bien ordenadas, mientras que existen miles de millones de agrupaciones desordenadas.

A pesar de todo, esta teoría se encuentra, una y otra vez, con la ocasional oposición de eminentes pensadores. La oposición se reduce a lo siguiente: la teoría se considera defectuosa desde el punto de vista lógico. Pues, se dice, si los mecanismos básicos no distinguen entre las dos direcciones del tiempo, sino que funcionan simétricamente con respecto a él, ¿cómo es que de su cooperación resulta un comportamiento conjunto e integrado fuertemente polarizado en una sola dirección? Todo lo que vale para esta dirección ha de valer igualmente para la opuesta.

La solidez de este argumento parece fatal para la teoría, ya que apunta precisamente contra el punto que hemos considerado de mayor mérito: obtener procesos irreversibles de mecanismos básicos reversibles.

El argumento es perfectamente sólido pero no es fatal. El argumento es sólido por cuanto afirma que lo que vale en una dirección del tiempo también vale en la opuesta (un tiempo introducido desde el principio como variable perfectamente simétrica). Pero no puede deducirse de ello que vale, en general, para ambas direcciones. Cuidando las palabras, puede decirse que el tiempo es simétrico para cada caso particular. Y debe añadirse: la degeneración del mundo que conocemos tiene lugar en una dirección; y la denominamos como la que va del pasado al futuro. En otras palabras, debemos permitir que la teoría estadística del calor decida en qué dirección fluye el tiempo (esto tiene una importancia enorme para la metodología del físico, ya que éste no puede introducir nada que decida la flecha del tiempo

independientemente; de otro modo, el hermoso edificio de Boltzmann se viene abajo).

Puede temerse que la definición estadística del tiempo no resulte siempre en la misma dirección temporal para distintos sistemas físicos. Boltzmann consideró audazmente esta eventualidad; mantuvo que el universo es lo suficientemente grande y/o que existe por un período lo bastante largo para que el tiempo pueda realmente fluir (en lugares muy distantes) en la dirección opuesta. Este punto fue argumentado, pero difícilmente puede serlo hoy en día. Boltzmann desconocía algo que para nosotros es, cuando menos, familiar: el universo, tal como lo conocemos, no es lo bastante grande ni antiguo como para que estas inversiones temporales tengan lugar a gran escala. Pido se me permita añadir —sin explicaciones detalladas— que, en una escala muy pequeña, estas inversiones (para el espacio y para el tiempo) han sido observadas (Movimiento browniano, Smolnakowski).

En mi opinión, la Teoría Estadística del Tiempo tiene incluso más relación con la Filosofía del Tiempo que con la Teoría de la Relatividad. Esta última, aunque revolucionaria, deja la unidireccionalidad del tiempo intacta (se presupone), mientras que la Teoría Estadística la establece a partir del orden de los hechos. Esto supone liberarse de la tiranía del viejo Chronos. Lo que construimos en nuestras mentes no puede tener (así lo siento) un poder dictatorial sobre nuestra mente, no puede cuestionarla ni aniquilarla. Algunos de ustedes dirán, estoy seguro, que esto es misticismo. Así, aun reconociendo que las teorías de la Física son siempre relativas —por cuanto dependen de ciertas hipótesis básicas—, podemos afirmar, o así lo creo, que las teorías actuales de la Física sugieren fuertemente la indestructibilidad de la Mente frente al Tiempo.

El misterio de las cualidades sensoriales

En este último capítulo, deseo demostrar, con un poco más de detalle, un hecho muy sorprendente que Demócrito de Abdera ya señalara en un célebre pensamiento. Me refiero a que, por un lado, todo nuestro conocimiento sobre el mundo que nos rodea (el conseguido en la vida cotidiana y el revelado por cuidadosas experiencias de laboratorio) descansa enteramente en las percepciones sensoriales inmediatas, mientras que, por otro lado, este conocimiento no es capaz de revelar las relaciones entre las percepciones sensoriales y el mundo exterior; toda calidad sensorial está ausente. Es fácil admitir la primera parte de la afirmación, pero no sabemos caer en la cuenta de la segunda, simplemente por el gran respeto que el no científico tiene —como norma— hacia nosotros los científicos y por el ilimitado poder vislumbrador que atribuye a nuestros «fabulosos y refinados métodos».

Si pedimos a un físico su idea sobre la luz amarilla, nos dirá que son ondas electromagnéticas transversales cuya longitud de onda es de unos 590 nanómetros[19]. Si le preguntamos: ¿Pero dónde está el amarillo?, contestará: No está en mis esquemas, pero este tipo de vibraciones producen, cuando dan en la retina de un ojo sano, una sensación de amarillo a su propietario. Si seguimos preguntando, sabremos que distintas longitudes de onda producen colores distintos, pero que no todas las longitudes de onda producen la sensación de color, sino sólo las comprendidas entre 800 y 400 nm. Para el físico, las ondas infrarrojas (más de 800 nm) y las ultravioleta (menos de 400 nm) pertenecen a la misma

clase de fenómenos que los visibles por el ojo (entre 800 y 400 nm). ¿Cómo surge esta selección tan peculiar? Se trata obviamente de una adaptación a la radiación solar que es particularmente fuerte en esta zona de longitudes de onda y que decae hacia ambos extremos. Además, la sensación de color intrínsecamente brillante cae precisamente en el punto (de esta zona) en el que la radiación solar presenta su máximo valor, un verdadero pico.

Aún podemos preguntar más: ¿es la radiación en la proximidad de los 590 nm la única en producir sensación de amarillo? La respuesta es: en absoluto. Si se mezclan ondas de 760 nm (que producen sensación de rojo) con cierta proporción de ondas de 535 nm (que producen sensación de verde) se obtiene un amarillo que es indistinguible del producido por los 590 nm. Dos superficies iluminadas de este modo —una con la mezcla y otra con luz espectral pura— producen exactamente la misma sensación, nadie puede decir cuál es cuál. ¿Puede predecirse esta circunstancia a partir de las longitudes de onda? ¿Existe alguna relación numérica con estas características físicas y objetivas de las ondas? No. El diagrama de todas las mezclas de este tipo se ha representado empíricamente; se lo conoce como el diagrama cromático. Pero no existe una relación sencilla con las longitudes de onda. No existe regla general alguna en virtud de la cual la mezcla de dos luces espectrales se conjuga en otra intermedia, por ejemplo, una mezcla de «rojo» y «azul» (de los extremos del espectro) produce «púrpura», que es imposible de obtener mediante una luz espectral única. Además, el mencionado diagrama cromático varía ligeramente de una persona a otra, y difiere ostensiblemente para algunas personas, los llamados tricrómatos (no son daltónicos).

La imagen física objetiva de las longitudes de onda no dan cuenta de la sensación de color. ¿Podría hacerlo un fisiólogo si tuviera un mejor conocimiento de lo que ocurre en la retina y en el sistema nervioso, en el nervio óptico y en el cerebro? No lo creo. Alcanzaríamos, a lo sumo, cierto conocimiento sobre qué fibras ópticas se estimulan en particular y en qué proporción, quizá llegáramos a conocer incluso exactamente los procesos que se producen en ciertas células nerviosas (siempre que nuestra mente registre la sensación del amarillo en una dirección o dominio particular de nuestro campo visual). Pero ni siquiera este íntimo conocimiento nos diría

algo sobre la sensación de color, más concretamente sobre el amarillo en tal dirección (el mismo proceso fisiológico podría producir una sensación de sabor dulce, o cualquier otra cosa). Sólo quiero decir lo siguiente: podemos estar seguros de que no existe un proceso nervioso cuya descripción objetiva incluya la característica «color amarillo» o «sabor dulce», y seguros de que tampoco la descripción objetiva de la onda electromagnética contiene estas características.

Lo mismo podemos asegurar para otras sensaciones. Es muy interesante comparar la percepción del color (que acabamos de comentar) con la del sonido. El sonido nos llega por ondas elásticas de compresión y dilatación que se propagan a través del aire. Su longitud de onda (o su frecuencia, para ser más exactos) determina el tono del sonido que oímos (nótese: la relevancia fisiológica proviene de la frecuencia, no de la longitud de onda, lo mismo ocurre en el caso de la luz, en la que, sin embargo, las dos incógnitas son virtualmente recíprocas una de la otra, ya que las velocidades de propagación en el vacío y en el aire apenas difieren). No necesito precisar que el rango de frecuencias «audible» es muy diferente al de la luz visible; va desde los 12 ó 16 ciclos por segundo hasta los 20000 ó 30000 ciclos por segundo, mientras que, para la luz, las frecuencias son del orden de varios centenares de miles de millones. Sin embargo, el rango relativo es mucho más ancho para el sonido. Abarca unas diez octavas (contra la una que, a duras penas, abarca la luz visible); además, este rango varía en un mismo individuo, especialmente con la edad: el límite superior del tono se reduce regular y considerablemente a medida que pasan los años. Pero lo más sorprendente del sonido es que una mezcla de frecuencias distintas nunca se combinan para dar un tono intermedio, como el que produciría una frecuencia intermedia. Los sonidos superpuestos se distinguen en gran medida por separado —aunque simultáneamente, por personas dotadas de buen oído musical en especial. La adición de muchos tonos altos (los armónicos) de varias calidades e intensidades define lo que llamamos timbre (en alemán *Klangfarbe*), mediante el cual distinguimos el sonido de un violín, de una corneta, de una campana de iglesia, de un piano… aunque sólo oigamos una nota. Pero incluso los ruidos tienen su timbre y, mediante ellos, identificamos lo que pasa; incluso mi perro se

familiariza con el peculiar sonido de una cajita de la que ocasionalmente recibe una galleta. En todo ello es fundamental la proporción de las frecuencias cooperadoras. Si las cambiamos todas en la misma proporción (por ejemplo, haciendo que el tocadiscos gire más rápido o más lento), todavía reconocemos lo que sucede. Pero algunas distinciones relevantes dependen de las frecuencias absolutas de ciertos componentes. Si un disco en el que se ha grabado una voz humana gira demasiado rápido, las vocales cambian apreciablemente, por ejemplo la «a» tiende a convertirse en una «e». Un rango continuo de frecuencias es siempre desagradable tanto si se presenta en sucesión (como ocurre con una sirena o con el maullido de un gato), como simultáneamente, lo cual es difícil de llevar a cabo (excepto quizá con una multitud de sirenas o con un ejército de gatos aullando). Esto es enteramente distinto al caso de la percepción de la luz. Todos los colores que normalmente percibimos son mezclas continuas; y una gama continua de matices puede ser, en Pintura o en la Naturaleza, de una gran belleza.

Las características principales de la percepción sonora están bien descritas en el mecanismo del oído (que conocemos mejor que la química de la retina). El órgano principal es un huesecillo llamado (por su forma) *caracol*: una minúscula escalera de caracol que se hace cada vez más estrecha, a medida que «asciende». En lugar de escalones (para seguir con la analogía), tiene unas fibras elásticas tensadas a su través en forma de membrana. El espesor de la membrana —o la longitud de la fibra individual — disminuye desde la «base» al «vértice». Sus fibras de distinta longitud responden así mecánicamente (como ocurre con las cuerdas de un arpa o de un piano) a las oscilaciones de diferente frecuencia. Un área pequeña determinada de la membrana —no una fibra única— responde a una frecuencia definida; otra zona con fibras más cortas responde a una frecuencia superior. Una vibración mecánica de frecuencia definida debe establecer, en cada grupo de fibras, los conocidos impulsos nerviosos que se propagan hasta ciertas regiones de la corteza cerebral. Tenemos en general conocimiento de que el proceso de conducción es muy similar en todos los nervios y que depende sólo de la intensidad de excitación; esta última afecta a la frecuencia de los pulsos que, claro, no deben confundirse con la frecuencia del sonido (no tienen nada que ver).

La cuestión no es tan simple como desearíamos. Un físico que tuviera que construir un oído, con la idea de proporcionar a su propietario el poder increíblemente fino que en realidad posee para distinguir tonos y timbres, lo haría de una manera muy distinta. Pero quizá tuviera que acabar imitando el modelo natural. Sería más simple y más bonito, si pudiéramos decir que cada cuerda individual a través del caracol contesta sólo a una frecuencia nítida y definida de la vibración entrante. No es así. Pero ¿por qué no? Porque las vibraciones de estas «cuerdas» están muy amortiguadas. Esto necesariamente ensancha su margen de resonancia. Nuestro físico las construiría con el menor amortiguamiento posible. Pero esto tendría la terrible consecuencia de que la percepción del sonido no cesaría casi inmediatamente después del cese de las ondas productoras; la percepción duraría cierto tiempo (hasta que el resonador pobremente amortiguado del caracol dejase de vibrar). La discriminación de tono se obtendría sacrificando la discriminación temporal entre sonidos sucesivos. El mecanismo por el cual se concilian óptimamente las dos cosas es un verdadero rompecabezas.

He entrado en cierto detalle para demostrar que ni la descripción del físico ni la del fisiólogo contiene el menor rastro de sensación sonora. Cualquier descripción de este tipo puede resumirse así: los impulsos nerviosos son conducidos a cierta región del cerebro donde se registran como una sucesión de sonidos. Podemos observar cómo los cambios de presión del aire provocan vibraciones en el tímpano, podemos ver cómo este movimiento se transmite por minúsculos huesos hasta otra membrana, y eventualmente hasta ciertas zonas de la membrana en el interior del caracol (compuesto por fibras de longitud variable, como hemos dicho). Podemos llegar a comprender cómo estas vibraciones dan lugar a procesos químicos y eléctricos en la fibra nerviosa con la que está en contacto. Podemos seguir incluso el camino hasta la corteza cerebral y obtener algún conocimiento objetivo sobre algunas de las cosas que allí ocurren. Pero no nos tropezaremos con el «registro del sonido» por ningún lado, simplemente porque no forma parte de nuestra imagen científica; sólo está en la mente del individuo por cuyo oído y cerebro nos interesamos.

De manera análoga podríamos discutir las sensaciones del tacto, del calor y del frío, del olfato y del gusto. Los dos últimos, los sentidos químicos como a veces se les llama (el olfato proporciona un examen de materia gaseosa, el gusto de líquidos), tienen algo en común con la sensación visual. Responden con una diversidad restringida de cualidades sensoriales a un número infinito de posibles estímulos. En el caso del gusto: el amargo, el dulce, el agrio y el salado y sus peculiares mezclas. El olfato es, creo, más variado que el gusto, y particularmente más fino en ciertos animales que en el hombre. Las circunstancias objetivas de los estímulos físicos o químicos, que modifican apreciablemente nuestras sensaciones, parecen variar mucho dentro del reino animal. Las abejas, por ejemplo, pueden ver bien la luz ultravioleta, son auténticas tricrómatas (no dicrómatas como parecía tras ciertos experimentos que no atendieron al ultravioleta). Es interesante el hecho de que las abejas (como descubriera recientemente Von Frisch en Munich) sean particularmente sensibles a las polarizaciones parciales de la luz; esto les sirve para orientarse con respecto al sol mediante un complejo mecanismo. Un ser humano no distingue siquiera la polarización completa. Se sabe que los murciélagos son sensibles a vibraciones de frecuencias extremadamente altas (ultrasonidos) que están muy por encima del límite auditivo humano; las producen ellos mismos y las emplean como un radar para evitar los obstáculos. El sentido humano de calor y de frío exhibe la extraña circunstancia de que «los extremos se tocan»: si tocamos inadvertidamente un objeto muy frío, podemos tener la sensación instantánea de que nos quemamos los dedos.

Hace unos veinte o treinta años, unos químicos norteamericanos descubrieron una sustancia curiosa (no recuerdo el nombre químico), un polvo blanco que es insípido para algunas personas, pero intensamente amargo para otras. Fue algo que suscitó mucho interés y que ha sido muy investigado desde entonces. La propiedad de ser un «catador» (para esta sustancia particular) es inherente al individuo e independiente de cualquier otra condición. Además, esta facultad se hereda (según las leyes de Mendel) asociada a características del grupo sanguíneo. Tampoco aquí parece haber ventaja alguna en ser o no catador. Uno de los alelos es dominante en los heterozigóticos (creo que es el del catador). Creo muy improbable que esta

sustancia, descubierta por azar, sea un caso único. El sentido del gusto presenta muchas diferencias en general ¡y en un sentido muy real!

Volvamos al caso de la luz y exploremos un poco más profundamente en cómo se produce la luz y en qué hace la Física para determinar sus características objetivas. La luz es producida en general por los electrones, en particular por aquéllos del átomo que «están haciendo algo» alrededor del núcleo. Un electrón no es rojo, ni azul, ni de cualquier otro color; lo mismo ocurre con el protón (el núcleo del átomo de hidrógeno). Pero la acción de los dos en el átomo de hidrógeno produce, según la Física, radiación electromagnética de cierto intervalo discreto de longitudes de onda. Los constituyentes homogéneos de esta radiación (que pueden separarse mediante un prisma o una rejilla óptica) estimulan en el observador las sensaciones de rojo, verde, azul, violeta, con el concurso de ciertos procesos fisiológicos, cuyo carácter general se conoce lo bastante bien como para afirmar que no son rojos, ni verdes, ni azules. Los nervios no exhiben color alguno por el hecho de ser estimulados. El blanco o el gris que exhiben las células —estimuladas o no— es insignificante con respecto a la sensación de color que experimenta el individuo que recibe estos estímulos.

Pero nuestro conocimiento de la radiación del átomo de hidrógeno y de sus propiedades físicas objetivas, se basa en la observación de las posiciones de las líneas espectrales en el espectro que se obtiene del vapor de hidrógeno incandescente. Esto nos proporcionó el primer conocimiento pero, en ningún modo, el conocimiento completo. Para conseguirlo, es necesario prescindir de las sensaciones. Vale la pena continuar con este ejemplo característico. El color en sí no nos dice nada sobre la longitud de onda; de hecho, hemos visto ya en el caso del amarillo que una línea espectral del amarillo podía no ser «monocromática» en el sentido físico, sino una superposición de diferentes longitudes de onda. Esta posibilidad queda, sin embargo, excluida por el propio funcionamiento del espectroscopio. Este aparato recoge la luz seleccionando una longitud de onda de una posición determinada del espectro. Y la luz que allí aparece tiene siempre el mismo color independientemente de la fuente productora. Aun así, la cualidad de la sensación de color no proporciona indicio directo

alguno sobre la propiedad física, sobre la longitud de onda (y ello sin contar con nuestra comparativamente pobre capacidad para distinguir, que en nada satisface a un físico). La sensación de azul podría ser, *a priori*, el resultado de un estímulo de ondas largas y la del rojo consecuencia de un estímulo de ondas cortas, en lugar de lo contrario (que es lo que en realidad ocurre).

Para completar nuestro conocimiento de las propiedades físicas de la luz, producida por cualquier fuente, se necesita un espectroscopio especial que descompone la luz mediante una red de difracción. Un prisma no serviría porque no conocemos de antemano los ángulos de refracción de las distintas longitudes de onda. Estos ángulos varían con prismas de distintos materiales. Utilizando un prisma ni siquiera podríamos ver que la longitud de onda se acorta con una mayor desviación de la radiación, como en verdad ocurre.

La teoría de la red de difracción es mucho más simple que la del prisma. De la hipótesis fundamental sobre la estructura de la luz (se trata simplemente de un fenómeno ondulatorio) podemos determinar —midiendo previamente el equiespaciado de la red por centímetro (del orden de varios miles en general)— el ángulo exacto de la desviación para una longitud de onda determinada, e inversamente, podemos deducir la longitud de onda de la «constante de la red» y de la desviación. En algunos casos (sobre todo en los efectos Zeeman y Stark), se polarizan algunas líneas espectrales. Para completar la descripción física en este aspecto en el que el ojo humano es completamente insensible, se intercepta la trayectoria del rayo con un polarizador (un prisma de Nicol) antes de proceder a la descomposición de la luz; si el polarizador gira lentamente alrededor de su eje, se observa que, para ciertas orientaciones del polarizador, algunas líneas reducen su brillo al mínimo o incluso desaparecen. Estas orientaciones indican la dirección (perpendicular al rayo) de la polarización total o parcial de estas líneas.

Esta técnica, debidamente perfeccionada, puede extenderse más allá de la región visible. Las líneas espectrales de los vapores incandescentes no se limitan en modo alguno a la región visible, región que la física no distingue. Las líneas forman largas series teóricamente infinitas. Las longitudes de onda de cada serie están relacionadas por una ley matemática bastante sencilla que rige para todas ellas sin distinguir qué parte de las mismas cae

en la región visible. Estas características leyes seriales se descubrieron primero empíricamente y ahora se comprenden teóricamente. Pero, claro, fuera de la zona visible, el ojo debe ser sustituido por una placa fotográfica: las longitudes de onda se deducen de meras medidas de longitud: primero, se mide la constante de la red, esto es, la longitud del equiespaciado (el recíproco de la densidad lineal de agujeros); luego, se miden las posiciones de las líneas en la placa fotográfica y así (con las dimensiones conocidas del aparato) pueden calcularse los ángulos de desviación.

Éstas son cosas archiconocidas, pero quiero destacar dos aspectos de importancia general, que conciernen casi toda medida física.

Me he extendido en comentar algo que frecuentemente se describe en una frase: a medida que la técnica de observación se afina, el observador cede gradualmente su puesto a aparatos cada vez más sofisticados. Pero, precisamente en este caso, esto no es cierto. El observador no es sustituido gradualmente, sino desde el principio. He intentado explicar que la sensación a «todo color» del observador no proporciona el menor indicio sobre la naturaleza física del fenómeno. Debemos introducir ingenios como los antes descritos para obtener el primero y más remoto conocimiento cualitativo sobre eso que llamamos naturaleza física objetiva de la luz. Éste es el eslabón trascendente. Que el ingenio se afine gradualmente (aunque en esencia sea siempre el mismo) no tiene, a pesar de las ventajas que proporciona, importancia epistemológica.

El segundo punto es que el observador nunca es totalmente sustituido por los instrumentos; si lo fuera, no llegaría obviamente a obtener conocimiento. El observador ha tenido que construir el instrumento y, durante su construcción, o después, ha tenido que hacer cuidadosas medidas de sus dimensiones y pruebas a sus partes móviles para asegurarse de que funciona exactamente como se pretende. Para algunas de estas medidas y para alguno de estos controles, el físico depende, es verdad, de la empresa que ha fabricado y servido el instrumento; de todos modos, toda esta información siempre acaba en el sistema sensorial de alguna persona o personas, aunque se utilicen más instrumentos para facilitar esta labor. El observador debe *finalmente* leer en este instrumento, cuando lo utiliza para su investigación, ya sea leyendo directamente ángulos o distancias (bajo un

microscopio) o indirectamente entre las líneas espectrales registradas en una fotografía. Muchos sistemas accesorios pueden facilitar este trabajo; por ejemplo, un registro fotométrico de la transparencia de la placa que proporciona un diagrama aumentado en el que las posiciones de las líneas se aprecian mejor. ¡Pero hay que leerlas! Los sentidos del observador deben interferir en algún momento. El registro más cuidadoso no dice nada si no es examinado.

Volvamos a esta extraña cuestión. La percepción sensorial directa del fenómeno nada dice sobre su naturaleza física objetiva (o lo que así solemos llamar) y debe desconectarse desde el principio como fuente de información, pero la imagen teórica que eventualmente obtenemos consiste siempre en un conjunto de complicadas informaciones obtenidas, todas ellas, a través de percepción sensorial. La percepción reside en ellas, es una combinación de ellas, pero no puede decirse en realidad que las contenga. Al usar la imagen, las olvidamos con frecuencia, excepto en el sentido general de que sabemos que nuestra idea de la luz como fenómeno ondulatorio no es una invención arbitraria de un chiflado, sino producto de la experiencia.

Me llevé una sorpresa cuando descubrí que Democrito había comprendido perfectamente esta cuestión en el siglo V a. C. sin tener conocimiento de aparato de medida alguno que sea remotamente comparable a los que acabo de describir (hoy del uso más corriente).

Galeno nos ha dejado un pasaje (Diels, fr. 125) en el que Demócrito introduce el intelecto (διάυοια) mediante una discusión que éste tiene con los sentidos (αίσθήσεις) sobre qué es lo «real». El primero dice: «Aparentemente, existe el color, la dulzura, lo amargo; en realidad, sólo existen átomos y vacío», a lo que los sentidos replican: «Pobre intelecto, nosotros te hemos prestado la evidencia de ti mismo, ¿y tú quieres derrotarnos? Tu victoria es tu derrota».

En este capítulo, he intentado contrastar (con ejemplos sencillos tomados de la más humilde de las ciencias, de la Física) dos hechos generales: a) que todo el conocimiento científico se basa en los sentidos, y b) que, a pesar de todo, las descripciones científicas de los procesos naturales así elaborados carecen de todas las cualidades sensoriales, por lo

que no pueden dar cuenta de ellas, no pueden explicarlas. Terminaré con un comentario de carácter general.

Las teorías científicas sirven para facilitar el examen de nuestras observaciones y de nuestros descubrimientos experimentales. Todo científico sabe lo difícil que es recordar un conjunto moderadamente grande de hechos, antes al menos de que se haya esbozado una imagen teórica primaria. No es de extrañar, pues, que los autores de artículos originales y de libros de texto no describan los resultados desnudos que han obtenido, sino que los revisten con la terminología de una teoría o teorías previamente concebidas. Este proceder (por el que no debemos en absoluto acusarlos), aunque muy útil para recordar ordenadamente los hechos, tiende a destruir la distinción entre las observaciones reales y la teoría que surge de ellas. Y, como las primeras siempre pertenecen a alguna cualidad sensorial, tendemos a creer que las teorías deben explicar las cualidades sensoriales, cosa que, claro, nunca consiguen.



EDWIN SCHÖDINGER. Viena, 1887 - id., 1961) Físico austriaco. Compartió el Premio Nobel de Física del año 1933 con Paul Dirac por su contribución al desarrollo de la mecánica cuántica. Ingresó en 1906 en la Universidad de Viena, en cuyo claustro permaneció, con breves interrupciones, hasta 1920. Sirvió a su patria durante la Primera Guerra Mundial, y luego, en 1921, se trasladó a Zurich, donde residió los seis años siguientes.

En 1926 publicó una serie de artículos que sentaron las bases de la moderna mecánica cuántica ondulatoria, y en los cuales transcribió en derivadas parciales su célebre ecuación diferencial, que relaciona la energía asociada a una partícula microscópica con la función de onda descrita por dicha partícula. Dedujo este resultado tras adoptar la hipótesis de De Broglie, enunciada en 1924, según la cual la materia y las partículas microscópicas, éstas en especial, son de naturaleza dual y se comportan a la vez como onda y como cuerpo.

Atendiendo a estas circunstancias, la ecuación de Schrödinger arroja como resultado funciones de onda, relacionadas con la probabilidad de que se dé un determinado suceso físico, tal como puede ser una posición específica de un electrón en su órbita alrededor del núcleo.

En 1927 aceptó la invitación de la Universidad de Berlín para ocupar la cátedra de Max Planck, y allí entró en contacto con algunos de los

científicos más distinguidos del momento, entre los que se encontraba Albert Einstein.

Permaneció en dicha universidad hasta 1933, momento en que decidió abandonar Alemania ante el auge del nazismo y de la política de persecución sistemática de los judíos. Durante los siete años siguientes residió en diversos países europeos hasta recalar en 1940 en el *Dublin Institute for Advanced Studies* de Irlanda, donde permaneció hasta 1956, año en el que regresó a Austria como profesor emérito de la Universidad de Viena.

Notas

[1] *Evolution: A Modern Synthesis*, George Alien and Unwin, 1942. <<

[2] Cambridge University Press, 1954. <<

[3] Frase de Spinoza. <<

[4] «Eranos Jahrbuch», 1946, pág. 398. <<

[5] *The Nature of Physical World*, «Introducción», Cambridge University Press, 1928. <<

[6] Ver mi *Science and Humanism*, p. 75, Cambridge University Press, 1951. *Ciencia y Humanismo*, de próxima publicación en esta misma serie, Metatemas. <<

[7] Kant. (N. del T.) <<

[8] «Eranos Jahrbuch», 1946. <<

[9] Chatto and Windus, 1946. <<

[10] *Man on his Nature*, p. 73, 1940. <<

[11] Así se produce la fusión de imágenes en el cine. <<

[12] *Man on his Nature*, p. 218. <<

[13] *Man on his Nature*, p. 232. <<

[14] Dos triángulos son semejantes entre sí, si los tres ángulos de uno son iguales a los de otro. (N. del T.) <<

[15] *Quod erat demostrandum* (lo que había que probar). (N. del T.) <<

[16] Números que pueden obtenerse mediante el producto de otro por sí mismo ($2 \times 2 = 4$, $3 \times 3 = 9$, $4 \times 4 = 16$, …). (N. del T.) <<

[17] *Metaphysiche Aufangsgründe der Naturwissenschaft*. <<

[18] Literalmente, «palabra de tiempo». (N. del T.) <<

[19] 1 nanómetro (nm) = 10^{-9} metros. (N. del T.) <<